

**PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA
SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR
BERGERAK UNTUK KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7
YOGYAKARTA**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta untuk
Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan



**OLEH:
SEPTIANI AUDINA
14520241001**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2018**

**PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA
SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR
BERGERAK UNTUK KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7
YOGYAKARTA**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta untuk
Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan



**OLEH:
SEPTIANI AUDINA
14520241001**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2018**

**PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA
SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR BERGERAK UNTUK
KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7 YOGYAKARTA**

Oleh:

Septiani Audina
NIM 14520241001

ABSTRAK

ARCAM (*Augmented reality camera movement*) merupakan media pembelajaran berbasis *Android* yang menggunakan teknologi *Augmented Reality* pada model *based tracking marker*. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengembangkan aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D augmented reality sebagai media pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar Bergerak siswa kelas XI Multimedia SMK Negeri 7 Yogyakarta dan (2) mengetahui tingkat kelayakan aplikasi yang telah dikembangkan.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Research and Development* (R&D) dengan mode pengembangan *Waterfall*, yaitu (1) analisis, membuat analisis kebutuhan; (2) desain, membuat desain UML, desain *storyboard*, desain *user Interface*, dan memilih konten sesuai fitur yang harus dikembangkan; (3) Implementasi Kode Program, mengaplikasikan desain yang telah dibuat dengan menggunakan Unity 3D; (4) pengujian, aplikasi diuji berdasarkan *ISO/IEC 25010*. Pengujian meliputi *functional suitability*, *efficiency*, *compatibility*, dan *usability*, serta uji materi untuk menguji kesesuaian materi dalam aplikasi.

Hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa: (1) ARCAM (*Augmented Reality Camera Movement*) merupakan aplikasi media pembelajaran berbasis *Android* dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* pada model *marker based tracking* yang sesuai dengan kondisi pembelajaran siswa yang dikembangkan menggunakan model *waterfall*, dengan tahap analisis, desain, implementasi kode program dan pengujian (2) media pembelajaran ARCAM memiliki kualitas aspek *functional suitability* kriteria "sangat layak", *performance efficiency* dengan Testdroid menunjukkan skala kualitas "layak", *compatibility* dengan uji pada 5 perangkat mendapatkan kriteria "sangat layak", *usability* dengan uji pada 31 siswa mendapatkan nilai 83,2% dengan kriteria "sangat layak" dan pengujian materi memperoleh kriteria "sangat layak".

Kata kunci : media pembelajaran, teknik pergerakan kamera, *Augmented Reality*

**APPLICATION DEVELOPMENT OF TECHNIQUES CINEMATOGRAPHIC
CAMERA MOVEMENT BASED 3D AUGMENTED REALITY AS
INSTRUCTIONAL MEDIA SHOOTING TECHNIQUE FOR XI MULTIMEDIA
CLASS IN SMK N 7 YOGYAKARTA**

Written by:

Septiani Audina
NIM 14520241001

ABSTRACT

ARCAM (Augmented reality camera movement) is an instructional media based Android with Augmented Reality technology in based tracking marker. The purpose of this research are for (1) develop application techniques cinematographic camera movement based 3D augmented reality as instructional media shooting technique for XI multimedia class in SMK N 7 Yogyakarta and (2) knowing the appropriateness of instructional media that have been developed.

This research is using Research and Development (R&D) method with waterfall model (1) analysis, create requirements analysis; (2) design, design the UML, storyboard, User Interface, and choose content according to the features to be developed; (3) program code implementation, applying designs that have been created with Unity 3D; (4) testing, application will be testing based on ISO/IEC 25010. The testing are functional suitability, efficiency, compatibility, and usability, and also material test for testing material suitability in application.

The results are (1) ARCAM (Augmented Reality Camera Movement) is application instructional media based Android with Augmented Reality technology and marker based tracking model which is suitable with student learning that is developed with waterfall model, analysis, design, program code implementation and testing (2) instructional media ARCAM have criteria "very good" in functional suitability aspect, with Testdroid shows the quality scale "good" for performance efficiency, compatibility test with 5 devices get criteria "very good", usability test to 31 students get score 83,2 % with criteria "very good" and material testing get criteria "very good".

Keywords : instructional media, camera movement technique, augmented reality

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Septiani Audina

NIM : 14520241001

Program Studi : Pendidikan Teknik Informatika

Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Teknik Pergerakan
Kamera Sinematografi Berbasis 3D *Augmented Reality*
Sebagai Media Pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar
Bergerak untuk Kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 4 Juni 2018
Yang menyatakan,



Septiani Audina
NIM 14520241001

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi

**PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA
SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR BERGERAK UNTUK
KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7 YOGYAKARTA**

Disusun Oleh :
Septiani Audina
NIM 14520241001

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk
dilaksanakan Ujian Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan



Yogyakarta, 4 Juni 2018

Mengetahui
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Informatika

Handaru Jati, M.M., M.T., Ph.D.
NIP. 19740511 199903 1 002

Disetujui
Dosen Pembimbing

Dr. Drs. Priyanto, M.Kom.
NIP. 19620625 198503 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

**PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA
SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR BERGERAK UNTUK
KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7 YOGYAKARTA**

Disusun Oleh :

Septiani Audina
NIM 14520241001

Telah dipertahankan di didepan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Informatika Universitas Negeri Yogyakarta
Pada tanggal 25 Juni 2018

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Priyanto, M.Kom. Ketua Penguji		11/7/2018
Prof. Drs. Herman Dwi Surjono, M.Sc., MT., Ph.D. Sekretaris Penguji		10/7 2018
Dr. Fatchul Arifin, M.T. Penguji Utama		17/07-2018

Yogyakarta, 19 Juli 2018
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,


Dr. Widarto, M.Pd.
NIP 19631230 198812 1 00 1

HALAMAN MOTTO

Hidup adalah proses belajar dan berjuang

(Septiani Kitty Audina)

Jika kamu ingin hidup bahagia, terikatlah pada tujuan, bukan orang atau benda

(Albert Einsten)

Menyia-nyiakan waktu lebih buruk dari kematian. Karena kematian memisahkanmu dari dunia sementara menyia-nyiakan waktu memisahkanmu dari Allah

(Imam bin Al Qayim)

Maka Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan

(Q.S Al-Insyirah 5-6)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir Skripsi ini dipersembahkan untuk:

*Almarhum Papa **Burhanuddin S.H**, untuk beliau lah skripsi ini saya dedikasikan pertama kali, karena beliau lah saya tetap bertahan untuk menyelesaikan kuliah dan untuk beliau lah janji saya sudah terlaksanakan.*

*Mama **Leni Silvia**, wanita kuat yang selalu ingin saya bahagiakan yang selalu mendukung dan menyemangati saya dengan caranya.*

*Kedua Saudara , Ayuk **Nindi Atika S.ST.** dan Kakak **M. Aprendi S.E.** yang telah membantu saya menyelesaikan perkuliahan setelah papa pergi dan menghibur saya ketika saya lelah.*

*Partner **Randa Sahputra S.E.** , yang selalu jadi korban amarah ketika lelah mengerjakan skripsi dan selalu menyemangati saya dengan caranya*

*Teman-Teman , **PTI E 2014** terkhusus **Meilinawati, Syfa Khoerunisa, Abdur Rofi' zihni dan Permadi** orang-orang yang selalu menemani saya dan membantu saya dalam proses menyelesaikan skripsi dan juga teman-teman satu kelas perjuangan yang merasa salah jurusan tapi masih bertahan.*

*Almamater, **Universitas Negeri Yogyakarta***

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir Skripsi dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan dengan judul "Pengembangan aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D *augmented reality* sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak untuk kelas XI multimedia di SMK N 7 Yogyakarta" dapat disusun sesuai dengan harapan. Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Priyanto, M.Kom., selaku Dosen Pembimbing TAS yang telah banyak memberikan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.
2. Tim penguji, selaku Ketua Penguji, Sekretaris, dan Penguji yang memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap Tugas Akhir Skripsi ini.
3. Bapak Fatchul Arifin, M.T. selaku ketua jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika beserta dosen dan staf yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama penyusunan pra proposal sampai selesainya Tugas Akhir Skripsi ini.
4. Bapak Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang memberikan persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi ini.
5. Bapak Wuryadi S.Pd. selaku Guru Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta yang telah membantu dalam memvalidasi media dan materi serta memberikan informasi dan izin untuk pengambilan data.

6. Siswa kelas XI Multimedia SMK N 7 Yogyakarta yang telah bekerjasama dan mendukung dalam penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan hingga terselesaikannya Tugas Akhir Skripsi ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak diatas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Demikian Tugas Akhir Skripsi ini penulis susun, besar harapan Tugas Akhir Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkan.

Yogyakarta, 4 Juni 2018
Penulis,

Septiani Audina
NIM. 14520241001

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Pembatasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian	8
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	 10
A. Kajian teori	10
1. Media Pembelajaran	10
2. Teknologi Augmented Reality	14
3. Model Pengembangan Perangkat Lunak	22
4. Perangkat (<i>Tools</i>) Pengembangan Perangkat Lunak	24
5. Pendidikan dengan Menggunakan Teknologi <i>Augmented Reality</i>	41
6. Materi Pergerakan Kamera dalam Silabus Teknik Pengambilan Gambar Bergerak	44

7.	Teknik Pergerakan Kamera Sinematografi.....	45
8.	Analisis Kualitas <i>Software</i>	46
B.	Hasil Penelitian yang Relefan	59
C.	Kerangka pikir	60
D.	Pertanyaan Penelitian	63
BAB III METODE PENELITIAN		64
A.	Model Pengembangan.....	64
B.	Prosedur Pengembangan.....	64
1.	Analisis (<i>Analysis</i>).....	64
2.	Desain (<i>Design</i>).....	65
3.	Implementasi Kode Program.....	66
4.	Pengujian	66
5.	Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	68
C.	Sumber data / Subjek Penelitian	68
D.	Metode Pengumpulan Data.....	68
E.	Instrumen Penelitian.....	69
1.	Instrumen Functional Suitability	69
2.	Instrumen Efficiency	70
3.	Instrumen Compatability	70
4.	Instrumen Usability.....	71
5.	Instrumen Ahli Materi	72
F.	Teknik Analisis Data.....	72
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		74
A.	Hasil Penelitian.....	74
1.	Analisis.....	74
2.	Desain	75
3.	Implementasi Kode Program.....	85
4.	Pengujian	102
5.	Pemeliharaan (<i>maintenance</i>).....	109
B.	Pembahasan	112

BAB V SIMPULAN DAN SARAN	115
A. Simpulan	115
B. Keterbatasan Produk.....	116
C. Pengembangan Produk Lebih Lanjut	116
D. Saran	117
 DAFTAR PUSTAKA	 118
LAMPIRAN	122

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Metode Marker Based Learning	18
Gambar 2. Metode Marker Based Learning	18
Gambar 3. Face Tracking	20
Gambar 4. 3D Object Tracking	20
Gambar 5. Motion Tracking.....	21
Gambar 6. Motion Tracking pada pembuatan Film	21
Gambar 7. GPS Based Tracking.....	22
Gambar 8. Waterfall Model	24
Gambar 9. Konsepsi dasar UML	25
Gambar 10. Simbol pada Diagram Use Case.....	27
Gambar 11. Contoh Use Case Diagram.....	27
Gambar 12. Komponen- komponen Sequence Diagram	28
Gambar 13. Sequence Diagram.....	29
Gambar 14. Komponen-komponen Activity Diagram	30
Gambar 15. Activity Diagram.....	31
Gambar 16. Struktur for	32
Gambar 17. Struktur While	32
Gambar 18. Struktur do..while	33
Gambar 19. Struktur foreach.....	33
Gambar 20. Tampilan Unity 3D.....	35
Gambar 21. Arsitektur Android menurut Lee	39
Gambar 22. Milgram kontinum dari Reality-Virtuality	43
Gambar 23. Reality Gambar 24. Augemented Reality Gambar 25. Immersive Virtual	44
Gambar 26. Software Quality ISO 25010.....	47
Gambar 27. Grafik Penggunaan Platform Android.....	52
Gambar 28. Kerangka Pikir	62
Gambar 29. Tahapan Waterfall Model.....	64
Gambar 30. <i>Use Case Diagram</i>	76
Gambar 31. <i>Activity Diagram</i>	76
Gambar 32. <i>Sequence Diagram</i> KIKD	77
Gambar 33. <i>Sequence Diagram</i> AR Kamera.....	77
Gambar 34. <i>Sequence Diagram</i> Pengaturan	78
Gambar 35. <i>Sequence Diagram</i> Profil	78
Gambar 36. <i>Splashscreen Unity</i>	82
Gambar 37. Menu Utama	82
Gambar 38. Menu KIKD.....	83

Gambar 39. Menu Mulai (AR Kamera)	83
Gambar 40. Menu Pengaturan.....	84
Gambar 41. Menu profil.....	84
Gambar 42. Marker	85
Gambar 43. Lisensi Manager	86
Gambar 44. Lisensi Key	86
Gambar 45. Target Manager.....	87
Gambar 46. Upload Marker	87
Gambar 47. AR Kamera Setting	88
Gambar 48. AR Kamera Datasets.....	89
Gambar 49. Image Target.....	89
Gambar 50. Memilih Database pada Image Target	90
Gambar 51. Blender Kamera.....	90
Gambar 52. Blender Scene Object Dapur	91
Gambar 53. Scene AR Kamera	91
Gambar 54. Sprite Layout	92
Gambar 55. Layout AR KAMERA.....	93
Gambar 56. Setting Animasi	93
Gambar 57. Setting Button	94
Gambar 58. Audio Mixer	95
Gambar 59. Audio Source	96
Gambar 60. Membuat Menu Utama.....	97
Gambar 61. UI Button.....	97
Gambar 62. Image Source Tombol.....	98
Gambar 63. Setting Tombol.....	98
Gambar 64. Menu KIKD.....	99
Gambar 65. Setting Slider	100
Gambar 66. Menu Profil.....	101
Gambar 67. <i>Build Setting</i>	101
Gambar 68. <i>Build Inspector</i>	102
Gambar 69. Grafik Penggunaan CPU pada aplikasi.....	106
Gambar 70. Grafik Penggunaan Memory pada aplikasi	106
Gambar 71. Perbaikan warna button.....	110
Gambar 72. Perbaikan tampilan Profil.....	111
Gambar 73. Tampilan Menu Kuis	112

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kompetensi Dasar dan Materi Pokok	45
Tabel 2. Contoh bentuk dari <i>Test Case</i>	49
Tabel 3. <i>Test case</i> Pengujian Functional Suitability	70
Tabel 4. Instrumen Pengujian Aspek Compatability	71
Tabel 5. Kisi-Kisi Instrumen Pengujian Aspek Usability	71
Tabel 6. Kisi-Kisi Instrumen Ahli Materi	72
Tabel 7. Kriteria Interpretasi Skor.....	73
Tabel 8. <i>Storyboard</i>	79
Tabel 9. Ringkasan hasil Uji Ahli Materi	103
Tabel 10. Ringkasan Hasil Uji <i>Functional Suitability</i>	104
Tabel 11. Ringkasan hasil Uji <i>Compatability</i>	107
Tabel 12. Ringkasan Hasil Pengujian Aplikasi ARCAM	114

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<i>Lampiran 1. Surat Keputusan Dekan</i>	123
<i>Lampiran 2. Surat Permohonan Penelitian</i>	125
<i>Lampiran 3. Surat Rekomendasi Penelitian Badan Kesbangpol DIY</i>	126
<i>Lampiran 4. Surat Rekomendasi Penelitian Dinas Dikpora DIY</i>	127
<i>Lampiran 5. Surat Keterangan Penelitian oleh Sekolah</i>	128
<i>Lampiran 6. Instrumen Penelitian</i>	129
<i>Lampiran 7. Surat Permohonan Validasi Instrumen</i>	133
<i>Lampiran 8. Surat Pernyataan Validasi Instrumen</i>	134
<i>Lampiran 9. Hasil Validasi Instrumen Penelitian</i>	135
<i>Lampiran 10. Angket pengujian Ahli Materi 1</i>	136
<i>Lampiran 11. Angket Pengujian Ahli Materi 2</i>	139
<i>Lampiran 12. Angket Pengujian Functional Suitability 1</i>	142
<i>Lampiran 13. Angket Pengujian Funtional Suitability 2</i>	145
<i>Lampiran 14. Presensi Kehadiran Siswa</i>	148
<i>Lampiran 15. Angket Pengujian Usability oleh siswa</i>	150
<i>Lampiran 16. Hasil Pengujian Usability oleh Siswa</i>	153
<i>Lampiran 17. Hasil Percobaan Aplikasi pada Pengujian Aspek Compatibility</i>	155
<i>Lampiran 18. Dokumentasi Penenelitian pada saat pengambilan data</i>	158

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan kejuruan adalah pendidikan yang berorientasi pada pengembangan proses dan hasil dari pembelajaran. Pendidikan kejuruan banyak belajar tentang persiapan-persiapan sebelum ke dunia kerja. Pembelajaran tersebut meliputi pembelajaran kognitif, afektif, dan psikomotorik (Suyitno, 2016). pendidikan kejuruan memang lebih menekankan pada pembekalan praktik jauh lebih banyak dibandingkan pembelajaran teori, sehingga peserta didik lebih terarah pada persiapan teknis menuju penguasaan teknologi terpakai di dalam kehidupan dan secara langsung peserta didik dipersiapkan sebagai tenaga kerja siap pakai.

Direktorat pembinaan SMK berusaha terus menerus untuk mengembangkan SMK dalam hal proses pembelajaran, sarana dan prasarana agar pembelajaran di SMK bisa berjalan sesuai dengan tujuan pendidikan nasional. Tujuan pendidikan nasional yaitu terwujudnya sistem pendidikan sebagai pranata sosial yang kuat dan berwibawa untuk memberdayakan semua warga negara Indonesia berkembang menjadi manusia yang berkualitas, sehingga mampu dan proaktif menjawab tantangan zaman yang selalu berubah (Permendiknas No. 41 tahun 2007).

Direktorat pembinaan SMK memberikan beberapa prioritas yang diwujudkan dalam lima substansi, substansi ini berkaitan langsung dengan pembinaan sekolah menengah kejuruan (SMK), substansi tersebut antara lain, yaitu : akses pendidikan dasar-menengah, metodologi, pengelolaan,

kurikulum, dan kualitas. Dalam rangka mencapai terwujudnya SMK yang bermutu, direktorat pembinaan SMK memberikan bantuan-bantuan kepada SMK dalam bentuk bantuan pembangunan seperti pusat pelayanan TIK, Ruang praktik siswa, pengembangan laboratorium multimedia, bantuan beasiswa berprestasi , dan lainnya.

Sekolah Menengah Kejuruan terdiri dari berbagai macam bidang keahlian sesuai dengan bidang keahlian yang ada di dunia kerja. Semua bidang keahlian di SMK memiliki tujuan yang secara umum mengacu pada isi Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional pasal 3 mengenai Tujuan Pendidikan Nasional dan penjelasan pasal 15 yang menyebutkan bahwa pendidikan kejuruan merupakan pendidikan menengah yang mempersiapkan anak didik terutama untuk bekerja dalam bidang tertentu. Saat ini ditemukan beberapa anak didik pada saat masuk SMK belum mengetahui dengan pasti bidang keahlian apa yang akan dipilih, yang akhirnya anak didik memilih tanpa mengetahui terlebih dahulu bidang keahlian tersebut seperti apa , akibatnya pada saat pembelajaran anak didik mengalami kesulitan dalam pemahaman belajar.

Pemberlakuan kurikulum 2013 di sekolah menengah mengalami banyak sekali pro dan kontra bukan hanya masalah administrasi tetapi juga pembelajaran. Cara pembelajaran yang diterapkan sangat berbeda dengan kurikulum yang sebelumnya, dimana siswa diminta lebih aktif, kreatif, inovatif, interaktif, komunikatif, bekerja keras dan bersosialisasi antarsiswa

melalui kegiatan diskusi dan belajar kelompok sedangkan guru hanya sebagai fasilitator dan motivator.

Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 7 Yogyakarta (SMK N 7 Yogyakarta) merupakan sekolah peralihan dari SMEA 3 Yogyakarta sejak tahun 1997. Sekolah ini baru menggunakan kurikulum 2013, pada saat peneliti melakukan observasi ke lapangan sekolah masih menggunakan KTSP dan baru akan menggunakan kurikulum 2013 di tahun ajaran berikutnya. Disekolah ini terdapat beberapa bidang keahlian yaitu Akuntansi, Administrasi perkantoran, Penjualan, Perjalanan wisata, dan Multimedia.

Bidang Keahlian Multimedia menjadi satu-satunya kompetensi yang bergerak dalam bidang keteknikan. Anak didik diperkenalkan dunia fotografi, videografi, editing video, perakitan komputer dan juga design web. Saat melakukan praktik lapangan terbimbing di sekolah ini pada bidang keahlian multimedia, peneliti melihat fakta bahwa pada saat pembelajaran anak didik yang pada awalnya baru mengenal jurusan Multimedia mengalami kesulitan dalam pemahaman belajar . Dalam proses belajar siswalah yang harus mendapatkan tekanan, dan mereka harus aktif mengembangkan pengetahuan mereka bukannya guru atau orang lain (Suparno, 1997 :81). Keadaan dimana guru hanya menjadi fasilitator dan motivator sesuai dengan kurikulum 2013 belum banyak dilakukan, karena smpat saat ini anak didik masih bergantung kepada guru dan belum bisa belajar mandiri bahkan guru harus menjelaskan sebuah teori yang sama untuk beberapa kali pertemuan agar anak didik dapat paham materi yang

diberikan. Penggunaan media yang kurang efektif menjadi salah satu alasan yang membuat kurangnya ketertarikan siswa dalam memperhatikan guru yang menjelaskan dan membuat anak didik belum bisa belajar mandiri.

Media pembelajaran yang lebih bervariasi diperlukan dalam mempengaruhi ketertarikan siswa dalam belajar. Penggunaan media yang interaktif dalam pembelajaran menuntut aktivitas untuk melakukan, bekerja, dan menemukan sendiri pengetahuan yang dipelajari (Mustholiq, Sukir & Chandara, 2007). Media pembelajaran saat ini sudah berkembang dimana media pembelajaran dapat digabungkan dengan berbagai macam teknologi yang ada sehingga membuat tampilan media menjadi lebih menarik dan juga materi yang disampaikan menjadi lebih jelas. Dengan bervariasi nya media pembelajaran yang diberikan, akan membantu anak didik dalam peningkatan untuk belajar mandiri.

Berkembangnya media saat ini peserta didik juga bisa melakukan *mobile learning* yang artinya mereka bisa menggunakan *smartphone* yang mereka gunakan sebagai panduan pada saat pembelajaran mandiri maupun pembelajaran dengan guru (Ismail, dkk , 2017). Salah satu teknologi yang bisa digunakan untuk membuat variasi dalam membuat media pembelajaran dan digunakan pada *smartphone* adalah teknologi *Augmented Reality*, teknologi ini merupakan sebuah konsep yang menggabungkan dunia nyata dan obyek dunia maya yang dihasilkan dari suatu sistem komputer dengan menambah informasi pada obyek nyata (Slamet Budiyanto, 2012). Penambahan informasi dapat berupa gambar dua dimensi, tiga dimensi, video atau suara. Pemanfaatan teknologi ini

sudah banyak sekali digunakan bukan hanya di bidang pendidikan saja namun teknologi ini dapat digunakan untuk mempromosikan suatu produk atau menjelaskan wilayah-wilayah pariwisata.

Teknik Pengambilan gambar bergerak merupakan salah satu mata pelajaran yang ada di kompetensi keahlian multimedia di kelas XI. Pada mata pelajaran ini anak didik diajarkan mengenai videografi dimana terdapat materi teknik pergerakan kamera, materi ini tidak bisa diajarkan melalui media powerpoint atau buku mata pelajaran saja namun diperlukan media lain. Media yang berisi simulasi beserta penjelasan dapat memudahkan anak didik untuk lebih cepat mengerti dan mengetahui materi tersebut. Dari pengamatan langsung dan wawancara yang dilakukan pada saat peneliti melaksanakan PLT (Praktek lapangan Terbimbing), pada saat proses pembelajaran kebanyakan siswa menggunakan *smartphone* untuk memainkan game, media sosial, dan menonton video didalam kelas dan tidak memperhatikan guru yang sedang memaparkan materi sehingga untuk hasil belajar siswa mengalami ketidakstabilan pada nilai kuis dan ulangan harian, beberapa siswa tidak dapat mengerjakan dan membuat kondisi kelas menjadi tidak kondusif. Peneliti menemukan bahwa telah banyak siswa yang menggunakan *smartphone* namun belum memanfaatkannya sebagai media belajar.

Berdasarkan kondisi pembelajaran teknik pergerakan kamera dikelas XI Multimedia SMK N 7 Yogyakarta, maka akan dikembangkan aplikasi yang menggunakan teknologi *Augmented Reality* dalam menangani permasalahan yang ditemukan, agar siswa dapat lebih tertarik dan cepat

dalam pemahaman teori sehingga siswa dapat mengalami peningkatan untuk belajar mandiri dengan memanfaatkan *smartphone* sebagai media belajar dan mempermudah dalam praktikum pembelajaran.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan Uraian latar belakang masalah diatas maka dapat diidentifikasi beberapa masalah berikut :

1. Pada saat masuk SMK kebanyakan anak didik belum mengetahui dengan pasti bidang keahlian yang dipilih sehingga mengalami kesulitan dalam pemahaman belajar.
2. Metode pembelajaran pada kurikulum 2013 yang menuntut siswa lebih aktif belum bisa diterapkan di kelas multimedia , proses pembelajaran masih terpusat pada guru dan guru harus mengulang materi yang sama untuk beberapa pertemuan.
3. Pada proses pembelajaran di kelas multimedia siswa belum bisa belajar mandiri karena penggunaan media yang kurang efektif membuat anak didik menjadi kurang tertarik dalam proses pembelajaran.
4. Pada mata pelajaran Teknik Pengambilan Gambar Bergerak telah ada media pembelajaran berupa powerpoint dengan gambar dan penjelasan belum ada simulasi atau video sehingga dibutuhkan media yang mencakup hal tersebut agar anak didik lebih mengerti dan tertarik dalam proses pembelajaran.
5. Siswa banyak yang menggunakan *smartphone* dikelas namun belum memanfaatkan *smartphone* sebagai media belajar.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang dan identifikasi masalah didapat konsep aplikasi yang sesuai dengan kebutuhan serta membantu dalam proses penggunaannya. Berdasarkan hal tersebut maka permasalahan dibatasi pada pengembangan aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D augmented reality sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak untuk kelas XI Multimedia di SMK Negeri 7 Yogyakarta.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan batasan masalah di atas, maka fokus masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Seperti apakah aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D augmented reality sebagai media pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar Bergerak siswa kelas XI Multimedia SMK Negeri 7 Yogyakarta ?
2. Bagaimanakah kelayakan hasil aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D augmented reality sebagai media pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar Bergerak untuk siswa kelas XI Multimedia SMK Negeri 1 Yogyakarta ?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian dan pengembangan ini adalah:

1. Mengembangkan aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D augmented reality sebagai media pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar Bergerak siswa kelas XI Multimedia SMK Negeri 7 Yogyakarta.

2. Mengetahui kelayakan aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D augmented reality sebagai media pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar Bergerak siswa kelas XI Multimedia SMK Negeri 7 Yogyakarta.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Praktis

a. Bagi Siswa

- 1) Membantu siswa dalam belajar dan memacu siswa untuk belajar mandiri sesuai kemampuan masing-masing.
- 2) Sebagai sumber belajar siswa dalam pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar Bergerak.
- 3) Mempermudah siswa untuk memahami materi pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar Bergerak.

b. Bagi Guru

- 1) Mempermudah guru dalam kegiatan belajar mengajar di kelas khususnya pada saat penyampaian pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar Bergerak.
- 2) Meningkatkan variasi pengembangan media pembelajaran.

c. Bagi Sekolah

- 1) Sebagai bahan alternatif dalam memperbaiki kualitas pembelajaran.
- 2) Dapat memberikan sumbangan berupa pengembangan media pembelajaran dalam bentuk aplikasi yang bisa dijadikan sumber belajar mandiri bagi peserta didik.

2. Manfaat Teoritis

- a. Diharapkan dengan adanya konsep pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran yang berupa aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D augmented reality ini dapat meningkatkan kualitas pembelajaran, baik pembelajaran di kelas maupun pembelajaran secara mandiri khususnya pada pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar Bergerak.
- b. Aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D augmented reality ini dapat menjadi referensi untuk penelitian-penelitian berikutnya yang dapat dikembangkan nantinya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian teori

1. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Menurut Heinich yang dikutip oleh Susilana&Riyana (2009:6), media merupakan alat saluran komunikasi. Media berasal dari bahasa Latin dan merupakan bentuk jamak dari kata "*medium*" yang secara harfiah berarti "*Perantara*" yaitu perantara pesan (*a source*) dengan penerima pesan (*a receiver*). Heinich mencontohkan media ini seperti film, televisi, diagram, bahan tercetak, komputer, dan instruktur. Contoh media tersebut bisa dipertimbangkan sebagai media pembelajaran jika membawa pesan – pesan dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran. Heinich juga mengaitkan hubungan antara media dengan pesan dan metode (*methods*).

Menurut Gagne' dan Briggs yang dikutip oleh Arsyad (2013:4), secara implisit mengatakan bahwa media pembelajaran meliputi alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan isi materi pengajaran, dengan kata lain sumber belajar atau wahana fisik yang mengandung materi instruksional di lingkungan siswa yang dapat merangsang siswa untuk belajar.

Berdasarkan pendapat ahli tentang definisi media pembelajaran di atas, maka disimpulkan bahwa (a) media pembelajaran merupakan wadah dari pesan, (b) materi yang ingin disampaikan adalah pesan pembelajaran, (c) tujuan yang ingin dicapai ialah proses pembelajaran. Selanjutnya penggunaan

media secara kreatif akan memperbesar kemungkinan bagi siswa untuk belajar lebih banyak, mencampurkan apa yang dipelajarinya lebih baik, dan meningkatkan penampilan dalam melakukan keterampilan sesuai dengan yang menjadi tujuan pembelajaran.

b. Ciri-ciri Media Pembelajaran

Menurut Gerlach & Ely yang dikutip oleh Daryanto (2016:9) media pembelajaran memiliki tiga ciri utama yang meliputi ciri fiksatif (fixative property). Ciri fiksatif menggambarkan media merekam, menyimpan, melestarikan, dan merekonstruksi suatu peristiwa atau objek. Ciri ini amat penting bagi guru karena kejadian-kejadian atau objek dimungkinkan karena media memiliki ciri manipulative. Kejadian yang memakan waktu berhari-hari atau bahkan berbulan-bulan dapat disajikan kepada peserta didik dalam waktu yang lebih singkat, lima sampai sepuluh menit. Disamping dapat dipercepat, suatu kejadian juga dapat pula diperlambat pada saat penayangan kembali hasil suatu kejadian juga dapat pula diperlambat pada saat penayangan kembali hasil suatu rekaman video. Sedangkan ciri distributif memungkinkan suatu objek atau kejadian ditransportasikan melalui ruang, dan secara bersama kejadian tersebut disajikan kepada sejumlah besar peserta didik dengan stimulus pengalaman yang relative sama mengenai kejadian itu. Sekali informasi direkam dalam format media apa saja, ia dapat direproduksi seberapa kali pun dan siap digunakan secara bersamaan di berbagai tempat atau digunakan secara berulang-ulang di suatu tempat. Konsistensi informasi yang telah direkam akan terjamin sama atau hampir sama dengan aslinya.

Sedangkan menurut Azhar Arsyad (2013: 6-7), sebuah media pendidikan harus memiliki pengertian fisik sebagai *hardware* (perangkat keras), memiliki pengertian nonfisik sebagai *software* (perangkat lunak), memiliki konten visual dan audio, berupa alat bantu pada proses belajar baik di dalam maupun diluar kelas, berfungsi untuk meningkatkan komunikasi dan interaksi antara guru dengan peserta didik dalam proses pembelajaran, dapat digunakan secara masal dan sikap, perbuatan, organisasi, strategi, dan manajemen yang berhubungan dengan penerapan suatu ilmu.

Berdasarkan pendapat kedua ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran dapat digambarkan sebagai sebuah alat bantu pembelajaran yang dilengkapi dengan konten-konten pembelajaran.

c. Manfaat Media Pembelajaran

Keberadaan media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar sangat bermanfaat bagi guru maupun siswa. Menurut Azhar Arsyad (2013:29-30), terdapat beberapa manfaat dari penggunaan media pembelajaran di dalam proses belajar mengajar. Salah satunya adalah dapat memperjelas penyajian pesan dan informasi dapat memahami isi materi yang disampaikan oleh guru. Media pembelajaran juga dapat meningkatkan dan mengarahkan perhatian anak saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Hal tersebut dapat memotivasi siswa untuk giat belajar dan aktif dalam kegiatan pembelajaran. Selain itu media pembelajaran juga dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang, dan waktu. Sebagai contoh dengan adanya penayangan video dokumentasi jaman prasejarah membuat siswa dapat mengetahui peristiwa-peristiwa yang terjadi pada jaman dulu.

Sedangkan menurut Susilana&Riyana (2009:10-11), media pembelajaran memiliki nilai dan manfaat seperti dapat membuat konkrit konsep-konsep yang abstrak, dimana konsep-konsep yang susah dijelaskan dapat disederhanakan melalui pemanfaatan media pembelajaran. Didalam media pembelajaran juga dapat menghadirkan objek-objek yang terlalu berbahaya atau sukar didapat ke dalam lingkungan belajar. Selain itu, media pembelajaran dapat menampilkan objek yang terlalu besar atau kecil seperti pesawat udara , candi, semut atau yang lainnya. Memperlihatkan gerakan yang terlalu cepat atau lambat seperti lintasan peluru, melesatnya anak panah, atau pertumbuhan kecambah dapat dilihat dengan melalui media pembelajaran.

Berdasarkan paparan para ahli di atas maka dapat disimpulkan bahwa manfaat media pembelajaran dalam proses belajar mengajar antara lain dapat mempermudah siswa dalam memahami isi materi yang sedang dipelajari sehingga dapat meningkatkan proses dan hasil belajar, dapat memberikan motivasi kepada siswa untuk lebih giat belajar, dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang dan waktu, serta media pembelajaran dapat memberikan kesamaan pengalaman kepada siswa tentang peristiwa-peristiwa dilingkungan mereka.

d. Jenis Media Pembelajaran

Media pembelajaran diklasifikasikan berdasarkan tujuan pemakaian dan karakteristik jenis media. Terdapat lima model klasifikasi, yaitu menurut: Wilbur Schramm dan Gerlach dan Ely.

Menurut Schramm (dalam Daryanto , 2016), media digolongkan menjadi media rumit, mahal, dan media sederhana. Schramm juga mengelompokkan

media menurut kemampuan daya liputan, yaitu (1) liputan luas dan serentak seperti TV, radio, dan facsimile; (2) liputan terbatas pada ruangan, seperti film, video, slide, poster audio tape; (3) media untuk belajar individual, seperti buku, modul, program belajar dengan komputer dan telepon.

Menurut Gerlach dan Ely (2001), media dikelompokkan berdasarkan ciri-ciri fisiknya atas delapan kelompok, yaitu benda sebenarnya, presentasi verbal, presentasi grafis, gambar diam, gambar bergerak, rekaman suara, pengajaran terprogram, dan simulasi. media dikelompokkan juga berdasarkan ukuran serta kompleks tidaknya alat dan perlengkapannya atas lima kelompok, yaitu media tanpa proyeksi dua dimensi; media tanpa proyeksi tiga dimensi; media audio; media proyeksi; televisi, video komputer.

Berdasarkan pemahaman klasifikasi media pembelajaran tersebut, akan mempermudah para guru atau praktisi lainnya dalam melakukan pemilihan media yang tepat pada waktu merencanakan pembelajaran untuk mencapai tujuan tertentu. Pemilihan media yang disesuaikan dengan tujuan, materi, serta kemampuan dan karakteristik pembelajaran, akan sangat menunjang efisiensi dan efektivitas proses dan hasil pembelajaran.

2. Teknologi Augmented Reality

a. Pengertian *Augmented Reality*

Menurut suryawinata (2010) yang dikutip oleh Mario Fernando (2013:1), *Augmented reality* (AR) adalah kombinasi antara dunia maya (*virtual*) dan dunia nyata (*real*). Objek virtual dapat berupa teks, animasi, model 3D atau video yang digabungkan dengan lingkungan sebenarnya sehingga pengguna merasakan objek virtual berada dilingkungannya.

Sedangkan menurut Ronald (1997) *Augmented Reality* adalah realitas ditambah sebagai penggabungan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata. Hasilnya ditampilkan secara interaktif dan dalam waktu nyata (*realtime*). Serta terdapat integrasi antar benda dalam tiga dimensi yaitu benda maya terintegrasi dengan benda nyata.

Ada tiga prinsip dari *Augmented Reality*. Pertama yaitu *Augmented Reality* merupakan penggabungan lingkungan nyata dan virtual, yang kedua berjalan secara *real-time*, dan yang ketiga terdapat integritas antar benda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam lingkungan nyata (Azuma, R.T,1997:2)

Berdasarkan pendapat para ahli di atas maka dapat disimpulkan bahwa *Augmented Reality* adalah sebuah pengintegrasian benda/objek maya yang didesain seolah-olah berada di dunia nyata yang ditambahkan objek *virtual*. Dengan menggabungkan objek nyata dan *virtual*/dimungkinkan terjadi dengan teknologi *display* yang sesuai.

Tujuan utama dari *Augmented Reality* adalah untuk menciptakan lingkungan baru dengan menggabungkan interaktivitas lingkungan nyata dan *virtual* sehingga pengguna merasa bahwa lingkungan yang diciptakan adalah nyata. Dengan kata lain, pengguna merasa tidak ada perbedaan yang dirasakan antara *Augmented Reality* dengan apa yang mereka lihat/rasakan di lingkungan nyata.

b. Sejarah *Augmented Reality*

Sejarah *Augmented Reality* pertama kali pada tahun 1957-1962 ketika Morton Heilig seorang sinematografer, memikirkan bagaimana menarik

penonton bioskop ke dalam aktivitas pada pertunjukkan di layar dengan mengefektifkan semua indra. Sehingga Heilig menciptakan dan mematenkan sebuah simulator yang disebut *sensorama* dengan visual, getaran dan bau.

Pada tahun 1975, Myron Krueger menciptakan *Video Place*. Sebuah ruangan yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan benda-benda virtual untuk pertama kalinya. Kemudian, pada tahun 1992 Tomo Caudell dan David Mizell dari Boeng menerapkan *Augmented Reality* untuk membantu pekerjaan merakit kabel dan pesawat. Mereka juga membahas keuntungan *Augmented Reality* dibanding *Virtual Reality*. *Augmented Reality* hanya memerlukan lebih sedikit daya karena lebih sedikit pixels yang diperlukan. Pada tahun yang sama juga LB Rosenberg mengembangkan salah satu fungsi sistem AR yang disebut *Virtual Fixtures*. *Virtual Fixtures* ini digunakan di Angkatan Udara AS Amstrong Labs dan menunjukkan manfaatnya pada manusia. Pada tahun 1997, Ronald T Azuma melakukan survei pertama pada *Augmented Reality* dan memberikan definisi *Augmented Reality* secara luas dengan mengidentifikasi sebagai menggabungkan lingkungan nyata dan lingkungan virtual dalam 3D (Ramadar : 2014).

Mobile AR pertama kali dikembangkan oleh Bruce Thomes pada tahun 2000 dan kemudian setelah itu *Augmented Reality* semakin berkembang di aplikasi mobile, seperti *Wikitude AR Travel Guide* diluncurkan pada tahun 2008. Saat ini kemajuan teknologi sistem *Augmented Reality* sangat meningkat dan terdapat aplikasi baru yang dihasilkan. Teknologi AR sekarang telah diaplikasikan di berbagai bidang, diantaranya di bidang kedokteran,

pendidikan, hiburan, latihan militer, *engineering design*, dan untuk media promosi.

c. Metode *Augmented Reality*

Metode yang dikembangkan dalam pembuatan *Augmented Reality* terbagi menjadi dua metode, metode tersebut adalah :

1) *Marker Augmented Reality (Marker Based Tracking)*

Beberapa metode yang dapat digunakan *Augmented Reality* yaitu salah satunya adalah *Marker Based Tracking*. Marker ini biasanya merupakan suatu ilustrasi hitam dan putih. Pada komputer dapat mengenali posisi dan orientasi objek *Marker* tersebut serta menciptakan sebuah tampilan 3D yaitu (0,0,0) dan sumbu yang terdiri dari X, Y dan Z. *Marker Based Tracking* ini sudah lama dikembangkan sejak 1980-an dan pada awal 1990-an mulai dikembangkan untuk penggunaan *Augmented Reality*.

Menurut Dhika Prihantono (2013:1) cara kerja dari aplikasi *Augmented Reality* yaitu apabila penanda (*Marker*) terdeteksi oleh kamera maka hasilnya akan ditambahkan dengan objek 2D maupun 3D yang ditampilkan dalam layar monitor. Hasil penggabungan keadaan nyata dan maya ditampilkan secara interaktif dan realtime.

Menurut Mario Fernando (2013:3) *Augmented Reality* bekerja dengan menggunakan teknik komputer vision dan teknik *pattern recognition*. Teknik komputer vision merupakan teknik yang dilakukan sistem untuk mencari kartu (*Marker*). Sedangkan teknik *pattern recognition* adalah teknik untuk mengenali pattern yang ada. Hal tersebut berarti sistem akan mengenali marker dari aplikasi terlebih dahulu. Jika sistem telah mengenali marker maka sistem akan

menampilkan objek yang sesuai dengan marker yang telah dikenali sebelumnya.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas maka dapat disimpulkan bahwa prinsip kerja Augmented Reality pada metode *Marker Based Tracking* adalah sistem akan membaca marker yang telah dibuat oleh aplikasi terlebih dahulu. Ketika sistem telah berhasil membaca marker tersebut maka sistem akan menampilkan objek yang sesuai dengan marker yang telah dibaca sebelumnya. Objek yang ditampilkan dapat berupa gambar 2D maupun 3D dan video.



Gambar 1. Metode Marker Based Learning
(Sumber : <https://www.multidots.com/augmented-reality/>)



Gambar 2. Metode Marker Based Learning
(Sumber : <https://www.multidots.com/augmented-reality/>)

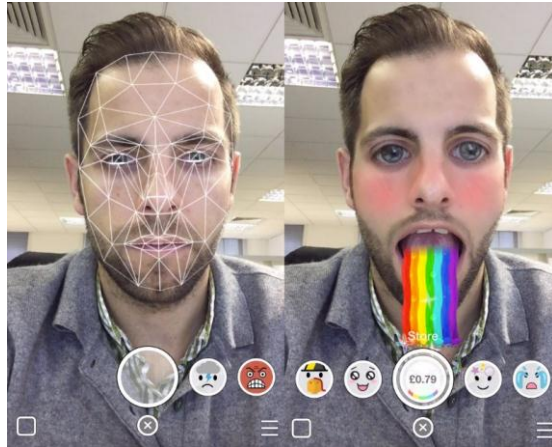
2) *Markerless Augmented Reality*

Salah satu metode *Augmented Reality* yang saat ini sedang berkembang adalah metode "*Markerless Augmented Reality*", dengan metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah *Marker* untuk menampilkan elemen-elemen digital, dengan *tools* yang disediakan *Qualcomm* untuk pengembangan *Augmented Reality* berbasis *Mobile Device*, mempermudah pengembang untuk membuat aplikasi yang *Markerless* (Qualcomm, 2012).

Seperti yang saat ini dikembangkan oleh perusahaan *Augmented Reality* terbesar di dunia *Total Immersion* dan *Qualcomm*, mereka telah membuat berbagai macam teknik *Markerless Tracking* sebagai teknologi andalan mereka, seperti *Face Tracking*, *3D Object Tracking*, *Motion Tracking* dan *GPS Based Tracking*.

a) *Face Tracking*

Algoritma pada komputer terus dikembangkan, hal ini membuat komputer dapat mengenali wajah manusia secara umum dengan cara mengenali posisi mata, hidung, dan mulut manusia, kemudian akan mengabaikan objek – objek lain di sekitarnya seperti pohon, rumah, dan lain – lain. Teknik *Face Tracking* sudah digunakan oleh sosial media yang sering digunakan saat ini seperti *Snapchat* dan *Instagram*.



Gambar 3. Face Tracking

(Sumber : <https://www.thrillist.com/tech/nation/snapchat-facial-recognition-conspiracy-theory>)

b) *3D Object Tracking*

Berbeda dengan *Face Tracking* hanya mengenali wajah manusia secara umum, teknik 3D Object Tracking dapat mengenali semua bentuk benda yang ada disekitar, seperti mobil, meja, televisi, dan lain-lain. Penerapan dari *3D Object Tracking* sudah banyak dipakai salah satunya pada penjualan suatu produk atau barang, desain, konstruksi bangunan.



Gambar 4. 3D Object Tracking

(Sumber : <http://www.architectmagazine.com/technology/products/three-augmented-and-virtual-reality-apps-for-design-and-construction>)

c) *Motion Tracking*

Komputer dapat menangkap gerakan, *motion tracking* telah mulai digunakan secara ekstensif untuk memproduksi film-film yang mencoba mensimulasikan gerakan.



Gambar 5. Motion Tracking

(Sumber : <http://maxiandroid.blogspot.co.id/2012/04/pengenalan-augmented-reality-android.html>)



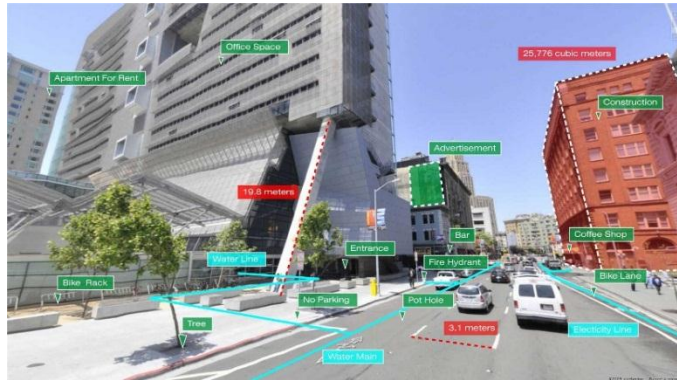
Gambar 6. Motion Tracking pada pembuatan Film

(Sumber : <https://www.xsens.com/tags/motion-capture/>)

d) *GPS Based Tracking*

Teknik *GPS Based Tracking* saat ini sudah populer dan banyak dikembangkan pada aplikasi *smartphone* (Iphone dan Android), dengan

memanfaatkan fitur GPS dan kompas yang ada didalam *smartphone*, aplikasi akan mengambil data dari GPS dan kompas kemudian menampilkannya dalam bentuk arah yang kita inginkan secara *realtime*, bahkan ada beberapa aplikasi menampilkannya dalam bentuk 3D.



Gambar 7. GPS Based Tracking

(Sumber : <https://www.wired.com/2009/12/3d-maps-camera-phones-put-reality-in-augmented-reality/>)

3. Model Pengembangan Perangkat Lunak

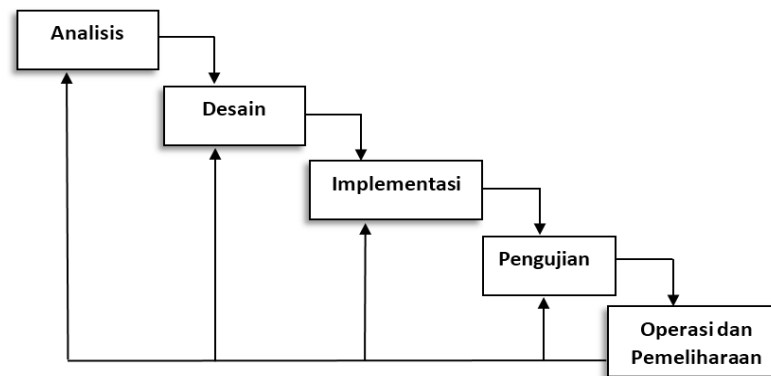
Process rekayasa perangkat lunak merupakan perekat kuat lapisan-lapisan teknologi dan memungkinkan pengembangan perangkat lunak yang tradisional dan tepat waktu. *Process* mendefinisikan suatu kerangka kerja (*framework*) pengembangan perangkat lunak. Lapisan *methods* menyajikan prosedur teknis untuk mengembangkan atau membangun perangkat lunak. Sedangkan lapisan Tools memberikan dukungan semiotomatis maupun otomatis bagi *process* dan *methods* (Pressman, 2012: 16).

Berdasar penjelasan di atas, bahwa *process* merupakan perekat kuat lapisan dalam pengembangan perangkat lunak. Hal itu biasa disebut *Software Development Life Cycle* (SDLC). SDLC adalah proses mengembangkan atau mengubah suatu sistem perangkat lunak dengan menggunakan model-model dan metodologi yang digunakan orang untuk mengembangkan sistem-sistem

perangkat lunak sebelumnya (Rosa A. & M. Sallahudin, 2013: 26). Adapun beberapa model SDLC dalam pengembangan perangkat lunak: (1) Model Air terjun (*Waterfall Model*), (2) Model *Prototype*, (3) Model *Rapid Application Development* (RAD), (4) Model Iteratif, (5) Model Spiral.

Semua model perangkat lunak sesungguhnya dapat mengakomodasi aktivitas-aktivitas kerangka kerja generik, tetapi masing-masing model proses perangkat lunak pada dasarnya menerapkan penekanan yang berbeda pada aktivitas aktivitas kerangka kerja tersebut dan mendefinisikan suatu aliran kerja (*workflow*) yang membutuhkan masing-masing aktivitas kerangka kerja (seperti juga tindakan dan pekerjaan rekayasa perangkat lunak) dalam arti yang berbeda (Pressman, 2012: 45).

Pengembangan perangkat lunak aplikasi ini menggunakan pendekatan model air terjun (*Waterfall*). Menurut Rosa A dan M. Sallahudin (2013: 26), model *waterfall* kadang dinamakan siklus hidup klasik (*classic life cycle*) dimana hal ini menyiratkan pendekatan sistematis dan berurutan (sekuensial) pada pengembangan perangkat lunak, yang dimulai dengan analisis kebutuhan perangkat lunak dan berlanjut melalui tahapan-tahapan desain, pembuatan kode program, pengujian dan pemeliharaan. Gambar pengembangan perangkat lunak *waterfall* seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Waterfall Model

(Sumber: Ian Sommerville, 2011:43)

Model *waterfall* sangat cocok digunakan saat kebutuhan perangkat lunak sudah sangat dipahami dan kemungkinan terjadi perubahan kebutuhan selama pengembangan perangkat lunak kecil (Rosa A. & M. Sallahudin, 2016: 30). Tahapan pengembangan sistem yang jelas, dokumentasi dihasilkan di setiap tahap pengembangan, dan sebuah tahap dijalankan setelah tahap sebelumnya menjadikan alasan pengembangan aplikasi menggunakan model ini.

4. Perangkat (*Tools*) Pengembangan Perangkat Lunak

a. UML (*Unified Modeling Language*)

Unified Modelling Language (UML) adalah keluarga notasi grafis yang didukung oleh meta-model tunggal, yang membantu pendeskripsian dan desain sistem perangkat lunak, khususnya sistem yang dibangun menggunakan pemrograman berorientasi objek (OO) (Martin F, 2005:1).

Abstraksi konsep dasar UML yang terdiri dari *structural classification*, *dynamic behavior*, dan *model management*, bisa dipahami dengan mudah apabila melihat pada Gambar 9 dari *Diagrams. Main concepts* bisa dipandang sebagai *term* yang akan muncul pada saat membuat diagram. Dan *view* adalah kategori dari diagram tersebut.

Major area	view	Diagrams	Main Concepts
<i>Structural</i>	<i>Static view</i>	<i>Class diagram</i>	<i>Class, association, generalization, dependency, realization, interface</i>
	<i>Use case view</i>	<i>Use case diagram</i>	<i>Use case, actor, association, extend, include, use case generalization</i>
	<i>Implementation view</i>	<i>Component diagram</i>	<i>Component, interface, dependency, realization</i>
	<i>Deployment view</i>	<i>Deployment diagram</i>	<i>Node, component, dependency, location</i>
<i>dynamic</i>	<i>State machine view</i>	<i>Statechart diagram</i>	<i>State, event, transition, action</i>
	<i>Activity view</i>	<i>Activity diagram</i>	<i>State, activity, completion transition, fork, join</i>
	<i>Interaction view</i>	<i>Sequence diagram</i>	<i>Interaction, object, message, activation</i>
		<i>Collaboration diagram</i>	<i>Collaboration, interaction, collaboration role, message</i>
<i>Model management</i>	<i>Model management view</i>	<i>Class diagram</i>	<i>Package, subsystem, model</i>
<i>Extensibility</i>	<i>All</i>	<i>All</i>	<i>Constraint, stereotype, tagged values</i>




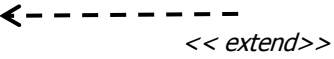

Gambar 9. Konsepsi dasar UML
(Sumber : Yuni Sugiarti, 2013:35-36)

Pemodelan menggunakan Unified Modelling Language (UML) merupakan metode pemodelan berorientasi objek dan berbasis visual. Karenanya pemodelan menggunakan UML merupakan pemodelan objek yang fokus pada pendefinisian struktur dan model sistem informasi yang dinamis dari pada mendefinisikan data dan model proses yang tujuannya adalah pengembangan tradisional. UML menawarkan diagram yang dikelompokkan menjadi lima perspektif berbeda untuk memodelkan suatu sistem, perspektif itu antara lain; (1) Model use case diagram, (2) Diagram struktus statis, (3) Diagram Interaksi, (4) Diagram state/state diagram, dan (5) diagram Implementasi (Yuni S, 2013:38). Desain UML yang

digunakan dalam penelitian ini adalah *use case diagram*, *sequence diagram* dan *activity diagram*.

1) Use Case Diagram

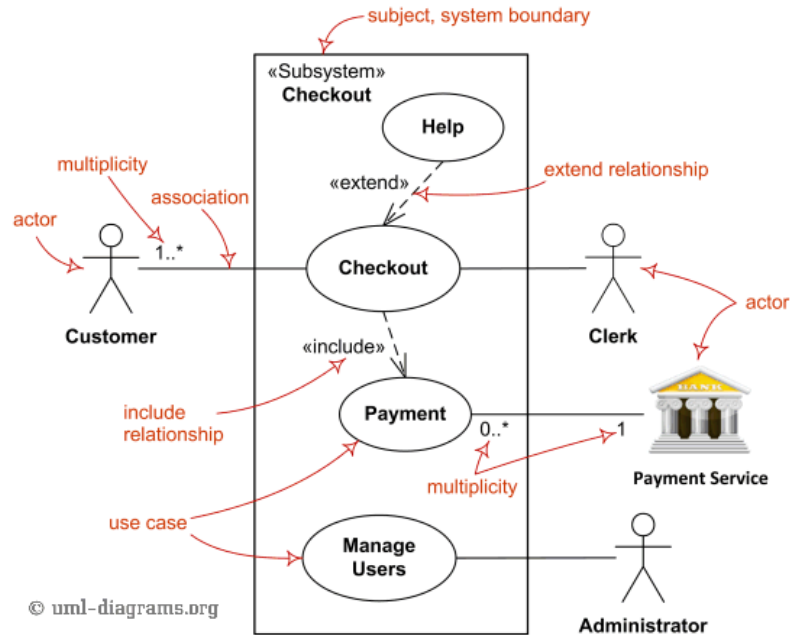
Use Case diagram atau *Diagram Use Case* merupakan pemodelan untuk perilaku (*behavior*) sistem informasi yang akan dibuat. *Use case* mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang akan dibuat (Yuni S, 2013:41). Dalam pengertian cepat, *Use Case Diagram* digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada di dalam sebuah sistem informasi dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi tersebut. Terdapat beberapa simbol dalam menggambarkan diagram *Use Case* yaitu *Use Case*, *Aktor*, dan *Relasi*.

Simbol	Deskripsi
<i>Use case</i> 	Fungsionalitas yang disediakan sistem sebagai unit-unit yang saling bertukar pesan antar unit atau aktor; biasanya dinyatakan dengan menggunakan kata kerja awal frase nama <i>use-case</i>
<i>Actor</i>  Nama aktor	Orang, proses, atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem informasi yang akan dibuat diluar sistem informasi yang akan dibuat itu sendiri, jadi walaupun simbol dari aktor adalah gambar orang, tapi aktor belum tentu merupakan orang; biasanya dinyatakan menggunakan kata benda di awal frase nama aktor
<i>Asosiasi/ Association</i> 	Komunikasi antara aktor dan <i>use case</i> yang berpartisipasi pada <i>use case</i> atau <i>use case</i> memiliki interaksi dengan aktor
<i>Extend</i> 	Relasi <i>use case</i> tambahan ke sebuah <i>use case</i> dimana <i>use case</i> yang ditambahkan dapat berdiri sendiri walau tanpa <i>use case</i> tambahan itu; mirip dengan prinsip <i>inheritance</i> pada pemrograman berorientasi objek; biasanya <i>use case</i> tambahan memiliki nama depan yang sama dengan <i>use case</i> yang ditambahkan, arah panah menunjuk pada <i>use case</i> yang dituju
<i>Include</i> 	Relasi <i>use case</i> tambahan ke sebuah <i>use case</i> dimana <i>use case</i> yang ditambahkan memerlukan <i>use case</i> ini untuk menjalankan

----->	funksinya atau sebagai syarat dijalankan <i>use case</i> ini. Ada dua sudut pandang yang cukup besar mengenai <i>include</i> di <i>use case</i> , <i>include</i> berarti <i>use case</i> yang ditambahkan akan selalu dipanggil saat <i>use case</i> tambahan dijalankan
--------	--

Gambar 10. Simbol pada Diagram Use Case

(Sumber : Yuni Sugiarti, 2013:42)







Gambar 11. Contoh Use Case Diagram

(Sumber : <https://www.uml-diagrams.org/use-case-diagrams.html>)

2) Sequence diagram

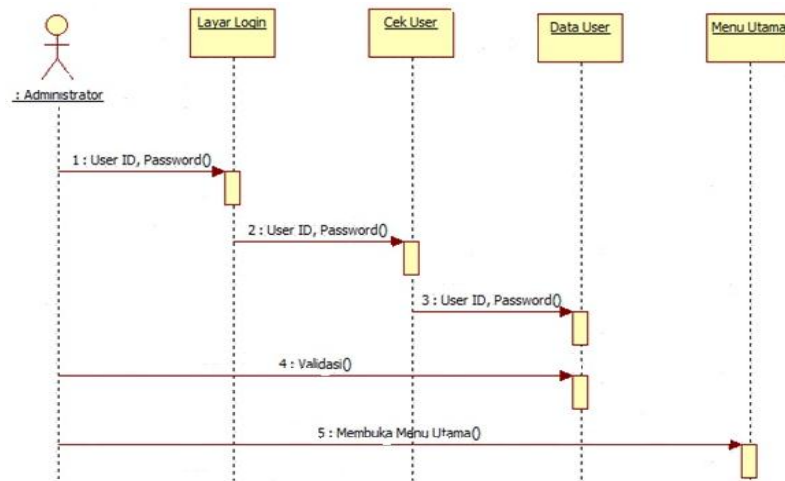
Sebuah *sequence diagram*, secara khusus menjabarkan *behavior* sebuah skenario tunggal. Diagram tersebut menunjukkan sejumlah objek contoh dan pesan-pesan yang melewati objek-objek ini di dalam *use case* (Martin F, 2005:81). Banyaknya *sequence diagram* yang harus digambar adalah sebanyak pendefinisian *use case* yang memiliki proses sendiri atau yang penting semua *use case* yang telah didefinisikan interaksi jalannya pesan sudah dicakup pada *sequence diagram* sehingga semakin banyak *use case* yang didefinisikan maka *sequence*

diagram yang harus dibuat juga semakin banyak. Penomoran pesan berdasarkan urutan interaksi pesan. Penggambaran letak pesan harus berurutan, pesan yang lebih atas dari lainnya adalah pesan yang berjalan terlebih dahulu (Yuni S, 2003:69). Terdapat beberapa komponen yang ada didalam *sequence diagram* yaitu *Objects*, *Activation boxes*, *Actors* dan *Lifeline*.

Komponen	Deskripsi
<p><i>Object</i></p>  <p>Nama class / object</p>	<p>Komponen berbentuk kotak yang mewakili sebuah <i>class</i> atau <i>object</i>. Mereka mendemonstrasikan bagaimana sebuah object berperilaku pada sebuah sistem</p>
<p><i>Activation boxes</i></p> 	<p>Komponen yang berbentuk persegi panjang yang menggambarkan waktu yang diperlukan sebuah object untuk menyelesaikan tugas. Lebih lama waktu yang diperlukan, maka <i>activation boxes</i> akan lebih panjang</p>
<p><i>Actors</i></p> 	<p>Komponen yang berbentuk <i>stick figure</i>. Komponen yang mewakili seorang pengguna yang berinteraksi dengan <i>system</i></p>
<p><i>Lifeline</i></p> 	<p>Komponen yang berbentuk garis putus-putus. <i>Lifeline</i> biasanya memuat kotak yang berisi nama dari sebuah <i>object</i>. Berfungsi menggambarkan aktivitas dari <i>object</i>.</p>

Gambar 12. Komponen- komponen Sequence Diagram

(Sumber : www.codepolitan.com)









Gambar 13. Sequence Diagram
(Sumber: <https://www.codepolitan.com>)

3) Activity diagram

Activity diagram adalah teknik untuk menggambarkan logika prosedural, proses bisnis, dan jalur kerja. Dalam beberapa hal, diagram ini memainkan peran mirip sebuah diagram alir, tetapi perbedaan prinsip antara diagram ini dan notasi diagram alir adalah diagram ini mendukung *behavior paralel* (Martin F, 2005:163). *Activity diagram* merupakan state diagram khusus, di mana sebagian besar *state* adalah *action* dan sebagian besar transisi di-*trigger* oleh selesainya *state* sebelumnya (*internal processing*). Oleh karena itu *activity diagram* tidak menggambarkan *behavior internal* sebuah sistem (dan interaksi antar subsistem) secara eksak, tetapi lebih menggambarkan proses-proses dan jalur-jalur aktivitas dari level secara umum (Yuni S, 2013:75).

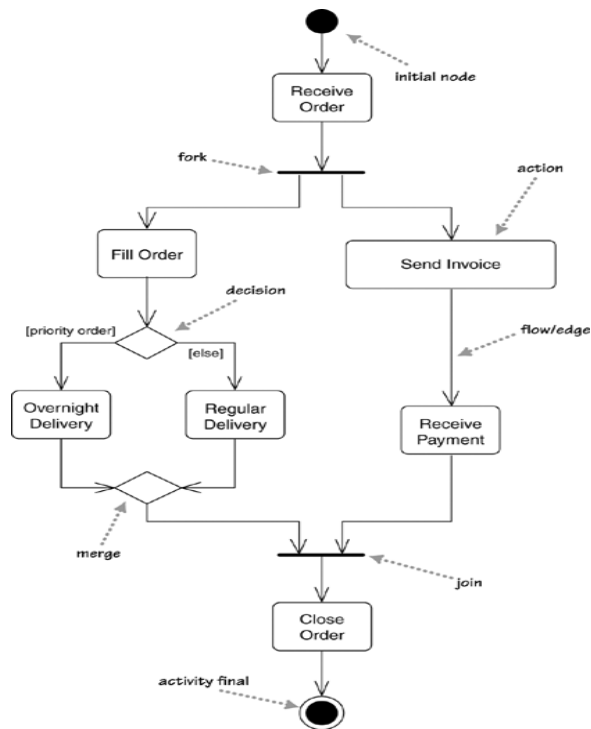
Sebuah aktivitas dapat direalisasikan oleh satu *use case* atau lebih. Aktivitas menggambarkan proses yang berjalan, sementara *use case* menggambarkan bagaimana *actor* menggunakan sistem untuk melakukan aktivitas. Sama seperti *state*, standar UML menggunakan

segiempat dengan sudut membulat untuk menggambarkan aktivitas. *Decision* digunakan untuk menggambarkan *behavior* pada kondisi tertentu. Untuk mengilustrasikan proses-proses paralel (*fork* dan *join*) digunakan titik sinkronisasi yang dapat berupa titik, garis horizontal atau vertikal (Yuni S, 2013:76). Berikut beberapa komponen yang terdapat pada *Activity Diagram* yang bisa dilihat pada gambar 14 dan contoh dari *Activity diagram* pada gambar 15.

Simbol	Keterangan
	Start Point
	End Point
	Activities
	Fork (Percabangan)
	Join (Penggabungan)
	Decision
Swimlane	Sebuah cara untuk mengelompokkan activity berdasarkan Actor (mengelompokkan activity dalam sebuah urutan yang sama)

Gambar 14. Komponen-komponen Activity Diagram

(Sumber: <https://www.codepolitan.com/>)



Gambar 15. Activity Diagram
(Sumber: <https://www.codepolitan.com>)

b. Bahasa Pemrograman C Sharp (C#)

Pada tahun 2000, Microsoft meluncurkan bahasa pemrograman baru yang diberi nama *C# Programming Language*. C# dikembangkan oleh tim yang dipimpin Anders Hejlsberg dan Scott Wiltamuth. C# memiliki kesamaan bahasa dengan C, C++, dan Java, sehingga memudahkan *developer* yang sudah terbiasa dengan bahasa C untuk menggunakannya. C# adalah bahasa pemrograman *object oriented* dan memiliki *class library* yang sangat lengkap yang berisi *prebuilt component*, sehingga memudahkan *programmer* untuk men-*develop* program lebih cepat. (Yulius Eka, 2014 :1-2).

Sering kali dalam membuat program, kita menuliskan beberapa perintah baris yang sama. Penulisan perintah tersebut dapat disingkat dengan menggunakan struktur pengulangan, seperti *for*, *while*, dan *do-while*.

Beberapa hal penting ada pada struktur pengulangan adalah adanya inisialisasi, kondisi, dan iterasi. Ada empat struktur pengulangan yang dapat digunakan pada bahasa C# (Yulius Eka, 2014:13-15), yaitu; (1) Struktur *for*, (2) Struktur *while*, (3) Struktur *do-while*, dan (4) Struktur *foreach*. Berkaitan dengan proses pengulangan, pemrograman C# juga menyediakan pernyataan *break* (untuk mengakhiri pengulangan), *go to*, dan *continue* (pengulangan selanjutnya).

Struktur *for*, biasa digunakan untuk mengulang suatu proses yang telah diketahui jumlah pengulangannya. Bentuk umumnya adalah :

```
For (inisialisasi;kondisi;iterasi)
{
    Pernyataan;
}
```

Gambar 16. Struktur for

Berikut keterangan dari gambar 16, Inisialisasi : pernyataan untuk menyatakan keadaan awal dari variabel kontrol, Kondisi : ekspresi relasi yang menyatakan kondisi untuk keluar dari pengulangan, dan iterasi : pengatur perubahan nilai variabel kontrol.

Struktur *while*, banyak digunakan bila jumlah pengulangannya belum diketahui. Proses pengulangan akan terus berlanjut selama kondisinya bernilai benar (*true*) dan akan berhenti bila kondisinya bernilai salah. Bentuk umumnya adalah:

```
Inisialisasi; <optional>
While (kondisi) {
    Pernyataan;
    Iterasi; <optional>
}
```

Gambar 17. Struktur While

Struktur *do..while*, digunakan bila jumlah pengulangan *do...while* sama dengan struktur *while*, hanya saja pada proses seleksi kondisi letaknya berada di bawah batas pengulangan. Jadi, dengan menggunakan struktur *do...while* sekurang-kurangnya akan terjadi satu kali pengulangan . Bentuk umumnya adalah:

```
Inisialisasi <optional>
Do {
  Pernyataan ;
  Iterasi ; <optional>
} while (kondisi);
```

Gambar 18. Struktur do..while

Pada struktur *foreach* , tidak perlu untuk membuat *counter*, karena proses iterasi dilakukan secara internal *array*. Kelebihannya adalah cepat mendapatkan nilai *array* secara keseluruhan. Kekurangannya adalah tidak bisa mengakses nilai dari suatu indeks tertentu. Sintaks *foreach*:

```
Foreach (tipe_data nama_var in nama_array)
Statement;
tipe_data: menyatakan tipe data dari variabel
nama_var: menyatakan tempat penampungan nilai elemen
dari array
nama_array: menyatakan array yang digunakan
statement: menyatakan badan program yang akan
diiterasi
```

Gambar 19. Struktur foreach

Pernyataan *Break/ Break statement* , digunakan untuk keluar dari kalang bila kondisi tertentu yang ditambahkan dipenuhi. Ketika *break statement* dieksekusi, maka kalang/*loop* akan secara otomatis berhenti.

Pernyataan *continue* , *loop* digunakan untuk mengarahkan eksekusi ke proses yang sama. Pada "*do-while*" dan "*while*", pernyataan "*continue*" menyebabkan eksekusi menuju kepengulangan kembali.

Pernyataan *goto* , merupakan perintah yang digunakan untuk mengarahkan eksekusi ke pernyataan yang diawali dengan suatu label. Label merupakan suatu pengenalan yang diikuti dengan tanda titik koma (;).

c. Unity 3D

Banyak sekali peminat yang menginginkan hasil kreatif dalam pembuatan *software* berbasis game ataupun aplikasi sehingga banyak *software house* yang bersedia untuk mengembangkan *software engine*. Terdapat *software engine* yang berbayar dan tidak berbayar.

Unity 3D merupakan suatu *software engine* yang digunakan untuk mengembangkan *game multi-platform* yang mudah untuk digunakan. *Editor* pada Unity 3D dibuat dengan *user interface* yang sederhana dan mudah dipahami. Grafis pada Unity 3D dibuat dengan grafis tingkat tinggi untuk *OpenGL* dan *DirectX*. Unity mendukung semua format *file*, terutama format umum seperti format dari *art applications*. Unity cocok dengan versi 64-bit dan dapat beroperasi pada Mac OS dan Windows. Tampilan Unity 3D dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20. Tampilan Unity 3D
(Sumber : docs.unity3d.com)

Seperti kebanyakan *software engine* lainnya, Unity 3D dapat mengolah beberapa data seperti objek tiga dimensi, suara, tekstur, dan lain sebagainya. Keunggulan dari Unity 3D dapat menangani grafik dua dimensi dan tiga dimensi. Dari beberapa *software engine* yang sama-sama menangani grafik tiga dimensi, Unity 3D dapat menangani lebih banyak. Beberapa diantaranya yaitu *Windows*, *MacOS X*, *iOS*, *PS3*, *wii*, *Xbox 360* dan *Android* yang lebih banyak dari pada *software engine* lain seperti *Source Engine*, *GameMaker*, *Unigine*, *id Tech 3 Engine*, *id tech 4 Engine*, *Blender Game Engine*, *NeoEngine*, *Quake Engine*, *C4 Engine* atau *Software engine* lain.

Unity 3D memiliki kerangka kerja (*framework*) lengkap untuk pengembangan profesional. *System* inti *engine* ini menggunakan beberapa pilihan bahasa pemrograman, diantaranya *C#*, *javascript* maupun *boo*. Unity 3D editor menyediakan beberapa alat untuk mempermudah pengembangan yaitu *Unity Tree* dan *terrain creator* untuk mempermudah pembuatan vegetasi dan *terrain* serta *MonoDevelop* untuk proses pemrograman.

d. Vuforia

Menurut Mario Fernando (2013:6) vuforia adalah software untuk Augmented Reality yang dikembangkan oleh Qualcomm yang menggunakan sumber yang konsisten mengenai computer vision yang focus pada image recognition. Vuforia mempunyai banyak fitur-fitur dan kemampuan yang dapat membantu pengembang untuk mewujudkan pemikiran mereka tanpa adanya batas secara teknis.

Prinsip kerja vuforia adalah menggunakan target. Menurut Mario Fernando (2013:7) terdapat beberapa jenis target pada Vuforia, yakni sebagai berikut:

- a. Image Target, misalnya: foto, papan permainan, halaman majalah, sampul buku, kemasan produk, poster, kartu ucapan.
- b. Frame Markers, tipe frame gambar 2D dengan pattern khusus yang dapat digunakan sebagai permainan.
- c. Multi-target, contohnya kemasan produk atau produk yang berbentuk kotak ataupun persegi. Jenis ini dapat menampilkan gambar sederhana Augmented Reality 3D.
- d. Virtual Button, yang dapat membuat tombol sebagai daerah kotak sebagai sasaran gambar.

1) Arsitektur Vuforia

Menurut Mario Fernando (2013:9-12) vuforia SDK memerlukan beberapa komponen penting agar dapat bekerja dengan baik. komponen-komponen tersebut antara lain kamera, image converter, tracker, video background renderer, application code, trackables, dan marker. Komponen – komponen

tersebut dibutuhkan akan membangun sebuah aplikasi berbasis augmented reality. Kamera dibutuhkan untuk memastikan bahwa setiap frame ditangkap dan diteruskan secara efisien ke tracker. Image Converter dibutuhkan untuk mengkonversikan format kamera (misalnya YUV12) ke dalam format yang dapat dideteksi oleh OpenGL (misalnya RGB565) dan untuk tracking (misalnya luminance). Tracker merupakan algoritma komputer vision yang dapat mendeteksi dan melacak objek dunia nyata yang ada pada video kamera. Berdasarkan gambar dari kamera, algoritma yang berbeda bertugas untuk mendeteksi trackable baru dan mengevaluasi virtual button. Hasilnya disimpan dalam state objek yang akan digunakan oleh video background renderer dan dapat diakses dari application code.

Video Background Renderer berfungsi untuk me-render gambar dari kamera yang disimpan di dalam state objek. Performa dari video background renderer sangat bergantung pada device yang digunakan. Application code merupakan tools yang berfungsi untuk mengakses target yang ingin ditampilkan. Cara kerja application code meliputi beberapa tahap yakni query state object pada target baru yang terdeteksi atau marker, update logika aplikasi setiap input baru dimasukkan, render grafis yang ditambahkan. Target resource dibuat menggunakan on-line Target Management System. Assets yang diunduh berisi sebuah konfigurasi xml config.xml yang memungkinkan developer untuk mengkonfigurasi beberapa fitur dalam trackable dan binary file yang berisi database trackable.

Setelah target dibuat kemudian dilanjutkan dengan penerapan trackables. Trackables adalah kelas dasar yang mewakili semua benda dunia nyata bahwa

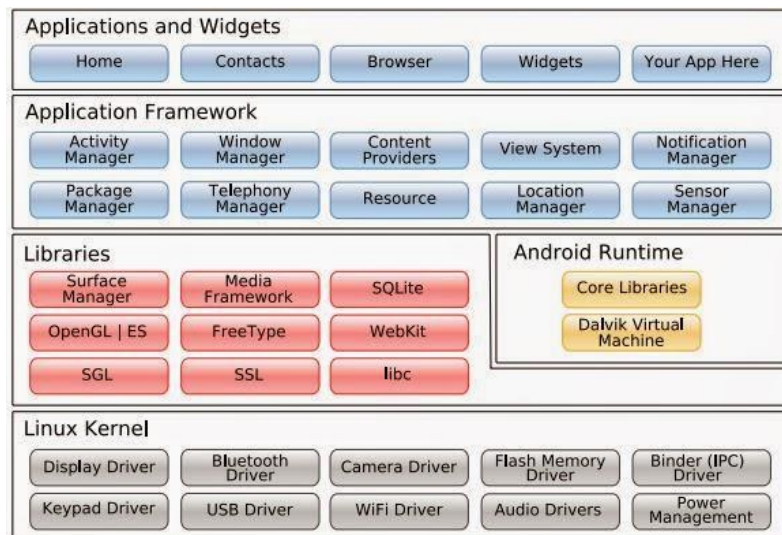
SDK Vuforia dapat melacak six-degrees-of-freedom. Setiap trackable, ketika dideteksi dan dilacak, memiliki nama, ID, status, dan pose informasi. Target gambar, gambar Multi Target dan Marker, semua trackables yang mewarisi sifat dari kelas dasar. Trackables yang diperbarui setiap frame diproses dan hasilnya diteruskan ke aplikasi pada state objek. Selanjutnya untuk menjalankan aplikasi diperlukan marker. Dalam pembuatan marker dalam hal ini markerless diperlukan sebuah file gambar.jpg yang nantinya akan di-upload ke Vuforia, marker yang telah di-upload kan dinilai kualitasnya oleh sistem.

e. Android

Menurut Lee (2011:2) menjelaskan bahwa *Android* merupakan sebuah aplikasi yang berbasis pada versi modifikasi Linux. Android pertama kali dikembangkan oleh Android, Inc., namun pada tahun 2005 Google membeli *Android* dan mengambil seluruh pekerjaan pengembangannya, termasuk tim yang ada didalamnya. Ed Burnette (2009:11-12) juga mengemukakan bahwa Android adalah *toolkit* perangkat lunak *open source* untuk ponsel yang diciptakan oleh Google dan *Open Handset Alliance*. Dalam beberapa tahun Android bisa ditemukan di jutaan ponsel dan perangkat lainnya yang akan menjadikan Android sebagai *platform* utama pengembang aplikasi. Berdasarkan beberapa pengertian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Android* merupakan sekumpulan perangkat lunak *open-source* berdasarkan kernel *Linux* untuk perangkat *mobile* yang dikembangkan oleh Google.

Ada banyak sekali *mobile platform* yang ditemukan saat ini, seperti *Symbian*, *iPhone*, *Windows Mobile*, *Blackberry*, *Java Mobile Edition*, *Linux Mobile (LiMo)*, dan lainnya. Meskipun beberapa fitur telah hadir sebelumnya,

Android adalah yang pertama kali menggabungkan beberapa hal ini, antara lain; (1) *platform* pengembangan gratis berbasis Linux dan *open source*, (2) Sebuah komponenn berbasis arsitektur yang terinspirasi oleh *internet mashups*, (3) Layanan berbasis lokasi yang digunakan untuk GPS atau triangulasi menara sel untuk menyesuaikan pengalaman *user* tergantung dimana kamu berada, (4) Pengelolaan otomatis siklus hidup aplikasi, (5) *graphics* dan *sound* dengan kualitas tinggi, (6) Portabilitas di berbagai perangkat keras (Ed Burnette, 2009:11-12).



Gambar 21. Arsitektur Android menurut Lee

Menurut Lee (2011:4) , terdapat lima (5) layer utama pada arsitektur *Android*, yaitu *Linux kernel*, *Libraries*, *Android run time*, *Application framewrok*, dan *Application layer*. Arsitektur *Android* dapat dilihat pada gambar 21. *Linux kernel* merupakan kernel yang berbasis *Android* , *layer Linux kernel* memiliki seluruh *low-level device drivers* untuk berbagai macam komponen perangkat keras yang terdapat pada perangkat *Android*. *Libraries* memiliki seluruh kode yang menyediakan fitur utama dari sistem operasi *Android*, seperti SQLite dan

WebKit. *Android runtime* berada pada *Layer* yang sama dengan *Libraries*, *Android runtime* menyediakan satu set *libraries* yang membolehkan pengembang menulis atau mengembangkan aplikasi *Android* menggunakan bahasa pemrograman *Java*. *Application framework* dapat memberikan berbagai kemampuan sistem operasi *Android* ke pengembang aplikasi sehingga dapat menggunakannya dalam aplikasi yang telah dikembangkan. *Application* berada pada *layer* teratas, *layer* ini berisi aplikasi yang telah diinstal di *smartphone*, seperti *Phone*, *Contact*, *Browser*, dan lain-lain.

f. Android SDK

Android SDK menurut Nazrudiin Saffar H yang dikutip dari Pitra dana arista (2016) adalah *tools API (Application Programming Interface)* yang diperlukan untuk mulai mengembangkan aplikasi pada platform Android menggunakan bahasa pemrograman Java. Android merupakan subset perangkat lunak untuk ponsel yang meliputi sistem operasi, *middleware* dan aplikasi kunci yang direlasi Google. Saat ini disediakan Android SDK (*Software Development Kit*) sebagai alat bantu dan API untuk mulai mengembangkan aplikasi pada *platform* Android menggunakan bahasa pemrograman Java. Sebagai *platform* aplikasi-netral, Android memberi kesempatan untuk membuat aplikasi yang dibutuhkan bukan merupakan aplikasi bawaan *Handphone/Smartphone*. Beberapa fitur Android yang paling penting adalah :

- 1) *Framework* aplikasi yang mendukung penggantian komponen dan *reusable*
- 2) Mesin *virtual* dioptimalkan untuk perangkat *mobile*
- 3) *Intergrated browser* berdasarkan *engine open source* WebKit

- 4) Grafis yang dioptimalkan dan didukung oleh *libraries* grafis 3D
- 5) SQLite untuk penyimpanan data
- 6) *Media Support* yang mendukung audio, video dan gambar (MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG, PNG, GIF), GSM *Telephone* (tergantung *hardware*)
- 7) *Bluetooth*, EDGE, 3G, dan *Wifi* (tergantung *hardware*)
- 8) Kamera, GPS, Kompas, dan *accelerometer* (tergantung *hardware*)
- 9) Lingkungan *Development* yang lengkap dan kaya termasuk perangkat *emulator*, *tools* untuk *debugging*, profil dan kinerja memori, dan *plugin* untuk IDE

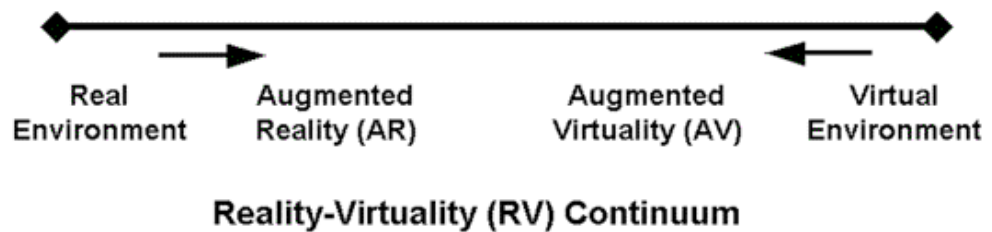
5. Pendidikan dengan Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*

Teknologi *Augmented Reality* saat ini sudah bisa diterapkan diberbagai hal jangkauan domain yang lebih luas, dan pendidikan adalah area dimana teknologi ini bisa sangat berharga. Pendidikan dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* memiliki perbedaan dengan beberapa alasan (M. Bilinghurst, 2002) yaitu : (1) *Seamless Interaction*, (2) *Tangible Interface Metaphor*, (3) *Transitional Interfaces* (M. Bilinghurst, 2002).

Seamless Interaction , yaitu interaksi tanpa batas antara lingkungan nyata dan virtual. Didalam antarmuka pembelajaran dengan menggunakan *Augmented Reality* , siswa dapat duduk mengelilingi meja dan melihat satu sama lain. Hal ini menghasilkan perilaku percakapan yang lebih banyak mirip dengan kolaborasi tatap muka alami dari pada berbasis layar (Kiyokawa *as cited in* M. Bilinghurst 2002).

Tangible Interface Metaphor, yaitu penggunaan metafora antarmuka yang nyata untuk manipulasi objek. Dalam Augmented Reality ada hubungan intim antara virtual dan benda fisik. Benda fisik bisa ditingkatkan dengan cara tidak biasanya mungkin seperti dengan menyediakan overlay informasi yang dinamis, tampilan data pribadi dan publik, tampilan visual yang sensitif konteks, dan interaksi berbasis fisik. Aplikasi AR berbasis yang berwujud metafora antarmuka menggunakan objek fisik untuk memanipulasi informasi virtual secara intuitif. Dengan cara ini orang tanpa latar belakang komputer masih bisa memiliki pengalaman interaktif yang kaya. Tidak ada mouse atau keyboard yang terlihat, memungkinkan bahkan anak-anak yang sangat muda untuk memiliki pengalaman pendidikan yang kaya (Poupyrev *as cited in* M. Billinghurst, 2002).

Transitional Interfaces, yaitu kemampuan untuk melakukan transisi dengan lancar antara realitas dan virtualitas. Milgram menunjukkan bahwa antarmuka komputer dapat ditempatkan pada kontinum sesuai dengan berapa banyak dunia pengguna yang dihasilkan oleh komputer (gambar 22). Bergerak dari kiri ke kanan jumlah Citra virtual meningkat dan hubungannya dengan kenyataan melemah. AR Teknologi dapat digunakan untuk mentransisikan pengguna dengan lancar sepanjang kontinum ini, seperti yang ditunjukkan oleh karya MagicBook (M. Billinghurst, 2002).



Gambar 22. Milgram kontinum dari Reality-Virtuality
 (Sumber : Jurnal of Augmented Reality in Education (M. Bilinghursts, 2002))

Anak kecil sering berfantasi tentang ditelan ke halaman sebuah dongeng dan menjadi bagian dari cerita. MagicBook membuat ini fantasi menjadi kenyataan dengan menggunakan buku biasa sebagai objek antarmuka utama. Orang bisa membalik halaman buku, melihat gambarnya, dan membaca teks tanpa teknologi tambahan (gambar 23). Namun, jika mereka melihat halaman melalui tampilan Augmented Reality genggam, mereka melihat threedimensional model virtual muncul dari halaman (gambar 24). Model muncul melekat pada halaman sebenarnya, sehingga pengguna bisa melihat scene AR dari perspektif apapun hanya dengan menggerakkan diri atau buku. Model bisa berupa ukuran apapun dan juga animasi, jadi tampilan AR adalah sebuah versi yang disempurnakan dari buku "pop-up" tiga dimensi tradisional. Pengguna Bisa mengubah model maya hanya dengan membalik halaman buku. Kapan Mereka melihat pemandangan yang sangat mereka sukai, mereka bisa terbang ke halaman dan pengalaman cerita sebagai lingkungan virtual immersive (gambar 25). Di Tampilan VR, mereka bebas bergerak dari tempat kejadian sesuka hati dan berinteraksidengan karakter dalam cerita. Dengan demikian, pengguna bisa mengalami penuh Kontinum realitas-virtualitas.



Gambar 23. Reality Gambar 24. Augmented Reality Gambar 25. Immersive Virtual
 (Sumber : : Jurnal of Augmented Reality in Education (M. Bilinghurts, 2002))

6. Materi Pergerakan Kamera dalam Silabus Teknik Pengambilan Gambar Bergerak

Mata pelajaran teknik pengambilan gambar bergerak adalah mata pelajaran kelas XI Multimedia namun saat perubahan kurikulum dari KTSP menjadi kurikulum 2013 mata pelajaran ini diberikan untuk kelas XII. Berdasarkan silabus yang ada pada mata pelajaran teknik pengambilan gambar bergerak terdapat tiga belas (13) Kompetensi Dasar (KD) yang harus dicapai oleh peserta didik, salah satu dari KD tersebut mengenai teknik pergerakan kamera yang menjadi pokok bahasan pada media yang akan dikembangkan. Berdasarkan silabus, materi teknik pergerakan kamera terbagi menjadi dua kompetensi dasar namun yang akan dikembangkan pada media ini hanya menggunakan KD 3.13 saja , dapat dilihat pada Tabel 1. Pada materi ini sebelumnya diajarkan dengan menggunakan buku panduan dan powerpoint saja oleh guru mata pelajaran , peserta didik kurang tertarik dan tidak paham apa yang diajarkan sehingga berpengaruh pada nilai ujian siswa, oleh karena itu perlu adanya media yang membantu proses belajar agar lebih menarik dan cepat dimengerti oleh peserta didik.

Tabel 1. Kompetensi Dasar dan Materi Pokok

No	Kompetensi Dasar	Materi
1	3.13 Memahami teknik pergerakan kamera saat pengambilan gambar bergerak	Pergerakan kamera saat pengambilan gambar bergerak: <ul style="list-style-type: none"> • Panning • Tilting • Crabbing • Tracking • Padestal • Travelling • Zooming
2	4.13 Menyajikan hasil pengambilan gambar bergerak berdasarkan teknik pergerakan kamera	

7. Teknik Pergerakan Kamera Sinematografi

Mengenal istilah sinematografi yaitu berasal dari bahasa Yunani : *kinema* "gerakan" dan *graphein* "merekam" , sinematografi bukan hanya sebuah aktifitas fotografi, melainkan proses pengambilan sebuah ide, kata-kata, aksi, emosi/perasaan, nada dan semua bentuk dari komunikasi non-verbal dan menjadi satu kesatuan dalam istilah visual (Blain Brown, 2016: ix)

a. Teknik Pergerakan Kamera

Pergerakan kamera (*Camera Movement*) yaitu sebuah usaha menggerakkan kamera atau subjek untuk lebih mengenalkan ruang atau memberi kesan tiga dimensi sebuah ruangan, dimana orang yang melihat seakan bergerak masuk/keluar atau bergerak ke kanan/kiri mengikuti atau meninggalkan subjek. Ada 4 teknik dasar dari pergerakan kamera (Blain Brown, 2016) yaitu : (1) Panning , (2) Tilt Up/Down , (3) Dolly Shot , (4) crabbing (Blain Brown, 2016).

Panning yaitu pergerakan kamera ke kiri dan kanan secara horizontal dimana posisi kamera tidak berubah. Panning cukup mudah dioperasikan dengan kamera. Ada pula kekurangan dari panning ini yaitu ketika kamera

melakukan gerakan panning dengan cepat, akan ada frame yang hilang yang akan sangat mengganggu. Jadi untuk penggunaan panning dalam pengambilan kurang lebih 5 detik untuk objek berpindah dari satu sisi frame ke frame lainnya.

Tilt Up/Down yaitu pergerakan kamera ke atas dan bawah secara vertical dimana posisi kamera tidak berubah. Teknik tilt ini lebih jarang digunakan dibandingkan panning.

Dolly Shot yaitu pergerakan kamera menggunakan sebuah alat segi tiga beroda yang diletakkan dibawah kaki-kaki tripod, dolly shot merupakan gerakan kamera mendekati / menjauhi (*Dolly-in/Dolly-out*) objek, Askurifai Baksin (2009, 30) bahkan ketika objek tetap berada ditengah frame , background bergerak dibelakang subjek. Ini akan menambahkan rasa pada gerakan dan juga background pada pengambilan video terakhir akan berubah dari yang awal.

Teknik pergerakan yang terakhir yaitu crabbing, crabbing merupakan gerakan kamera secara lateral atau menyamping baik kekiri atau kekanan, berjalan sejajar dengan subjek yang sedang berjalan.

8. Analisis Kualitas *Software*

Pengujian perangkat lunak merupakan kegiatan pencarian kesalahan yang terdapat dalam program guna menghasilkam media yang layak untuk digunakan oleh user. Pengujian perangkat lunak adalah elemen kritis dari jaminan kualitas perangkat lunak dan mempresentasikan spesifikasi, desain, dan pengkodean (Pressman, 2010: 245). Pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini menggunakan standar ISO 25010 untuk perangkat lunaknya dan

standar baku LORI (*Learning Object Review Instrument*) dengan aspek dan kriteria penilaian media pembelajaran oleh Romi Satrio Wahono untuk validasi ahli materi.

a. Pengujian Perangkat Lunak

Standar pengujian perangkat lunak terdapat berbagai macam standar yang harus dipenuhi salah satunya yaitu ISO 25010. Menurut Veenendaal (2014) Standar ISO 25010 dikembangkan untuk menggantikan ISO 9126 berdasarkan evolusi ICT yang memungkinkan pengembangan sistem aplikasi baru, yang pada gilirannya diperlukan sifat kualitas yang berbeda. ISO 25010 didefinisikan menjadi delapan karakteristik dalam pengujian perangkat lunak, yaitu *Functional suitability*, *Performance efficiency*, *Compatibility*, *Usability*, *Reliability*, *Security*, *Maintainability*, dan *Portability* (Anal dan Sinha, 2013: 71).



Gambar 26. Software Quality ISO 25010

Sumber: www.ISO25010.com

Menurut (Corral, 2013:71) , ISO 25010 menetapkan suatu kualitas perangkat lunak dapat dianalisis dengan dua sudut pandang yaitu sudut pandang pengembang (kualitas internal dan eksternal) dan sudut pandang pengguna sehingga sangat cocok untuk pendekatan *app store* yang mempertimbangkan kedua pandangan perspektif tersebut.

Pengembangan strategi pengujian untuk aplikasi perangkat lunak mobile mencakup berbagai aspek pengujian. Menurut Ben David dikutip dari Pitra Dana Arista (2016) ada 4 aspek pengujian perangkat lunak mobile yaitu *functional testing*, *compatibility testing*, *usability testing*, dan *performance testing*. Dalam pengujian aplikasi mobile dapat di atasi secara efektif dengan strategi menggabungkan elemen jenis pengujian di dalam melakukan pengujian pada perangkat lunak.

Berdasarkan penjelasan-penjelasan di atas, untuk melakukan pengujian kualitas perangkat lunak dapat menggunakan empat dari delapan aspek dalam standar ISO 25010. Aspek-aspek tersebut adalah aspek *functional suitability*, aspek *performance efficiency*, aspek *compatibility*, dan aspek *usability*.

1) Aspek *Functional Suitability*

Pengujian fungsionalitas juga disebut *black-box testing* (Williams, 2006:37). Teknik pengujian *black-box* memungkinkan untuk membuat beberapa kumpulan kondisi masukan yang sepenuhnya akan melakukan semua kebutuhan fungsional untuk program. Pengujian *black-box* berupaya untuk menemukan kesalahan dalam kategori berikut: 1) fungsi yang salah atau hilang; 2) kesalahan *interface*; 3) kesalahan dalam struktur data atau akses basis data eksternal; 4) kesalahan perilaku atau kinerja; dan 5) kesalahan inisialisasi dan penghentian (Pressman, 2012: 587).

Pengujian aspek *functional suitability* dapat dilakukan dengan menghitung jumlah fitur-fitur fungsionalitas yang ada pada perangkat lunak, kemudian dibandingkan dengan fitur-fitur fungsionalitas yang berjalan (Niknejad, 2011:8). Pengujian pada aplikasi berbasis Android harus melalui berbagai

macam *test*, salah satunya dalam pengujian fungsionalitas adalah tes *functionality sanity check*. Kriteria kelulusan tes ini mendefinisikan bahwa “semua fungsi utama aplikasi seperti algoritma, perhitungan, pengukuran, pemberian skor, dan lain sebagainya harus berjalan dengan benar” . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa apakah perangkat lunak memenuhi pengujian *functionality* atau tidak. Peneliti juga menggunakan *test case* dari menurut Williams (2006:44) , sebagai instrumen pengujiannya. *Test case* ini berupa tabel dengan beberapa indikator yang berfungsi untuk menguji *functional suitability* dari aplikasi. Contoh bentuk dari *test case* yang diambil dari <http://softwaretestinghelp.com> dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Contoh bentuk dari *Test Case*

No	Fitur	Deskripsi	Langkah	Hal yang diharapkan	Hasil keluaran	
					Berhasil	Gagal
1	Menampilkan halaman AR	Fitur untuk masuk ke halaman AR	1	Halaman AR serta object 3D akan muncul		
Dst...						

Berdasarkan penjelasan-penjelasan di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa untuk pengujian aspek *functionality* dapat dilakukan dengan menghitung jumlah fitur-fitur fungsionalitas yang ada pada aplikasi teknik pengambilan gambar berbasis *augmented reality*, kemudian dilakukan pengujian *functionality sanity check* dengan *test case* yang sudah dibuat. Setelah didapatkan hasil dari pengujian, data bisa dibandingkan dengan kriteria lolos dari uji *functionality sanity check* yang dikembangkan oleh AquA.

2) Aspek *Performance Efficiency*

Menurut David yang dikutip dari Pitra Dana Arista (2016) Pengujian performance merupakan jenis pengujian yang menilai penggunaan memori, CPU, konsumsi baterai, dan beban pada server dalam berbagai kondisi. Dalam hal ini menentukan seperti apa kinerja yang diharapkan di bawah beban tersebut, dan menguji kecepatan respon aplikasi di bawah kondisi jaringan yang berbeda. Hal ini senada dengan ISO 25010 yaitu tingkatan dimana perangkat lunak dapat memberikan kinerja yang tepat terhadap sejumlah sumber daya yang digunakan pada kondisi tertentu, *performance efficiency* memiliki 3 indikator, diantaranya:

1) *Time-behaviour*

Time-behaviour adalah tingkat dimana perangkat lunak memberikan respon dan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan suatu aksi dari sebuah fungsi tertentu.

2) *Resource-utilization*

Resource-utilization adalah tingkat dimana perangkat lunak menggunakan beberapa sumber daya ketika melakukan sesuatu pada kondisi tertentu.

3) *Capacity*

Capacity adalah tingkat dimana keterbatasan maksimal dari suatu produk memenuhi persyaratan tertentu.

Dalam dunia *mobile*, performance tidak hanya kecepatan dan kehandalan. Terkadang terdapat permasalahan pada perangkat *mobile* seperti daya tahan baterai, *memory leak*, dan paket data yang habis sebelum waktunya. Hal ini yang dapat dijadikan parameter untuk mengukur *performance* suatu aplikasi *mobile*.

Memory leak merupakan salah satu yang dapat mengurangi nilai performa suatu aplikasi. Apabila terjadi *memori leak*, maka sistem Android akan menghentikan aplikasi (*force close*) akibat kekurangan memori.

Selain penggunaan memori, untuk melakukan pengujian performance juga bisa dilihat dari penggunaan CPU. Besar rata-rata penggunaan CPU yang menjadi standar *Little Eye* untuk menentukan performansi aplikasi adalah 15% dari total penggunaan pada *device* menurut Murthy dikutip dari Pitra Dana Arista (2016). *Little Eye* adalah *tools* untuk mengukur *performance* dari aplikasi Android.

Testdroid memungkinkan *developer* dan peneliti untuk menguji perangkat lunak pada berbagai *handset* dan dapat melakukan uji performance *software* pada *handset*. Pengujian menggunakan *Testdroid* didapatkan hasil pengujian berupa *test run*, *device* yang tidak cocok, konsumsi CPU memori dan *performance* data hasil pengujian menurut Prichard dikutip dari Pitra Dana Arista (2016).

Sesuai yang dijelaskan di atas, maka aspek yang dapat diterapkan pada aplikasi ini berdasarkan ISO 25010 untuk pengujian ini adalah *time behaviour* dan *resource utilization*. Pada aspek *resource utilization* difokuskan pada kebutuhan memori dan CPU yang diuji menggunakan *Testdroid*.

c) Aspek *Compatibility*

Corral (2013: 74) menjelaskan bahwa *compatibility* adalah sejauh mana aplikasi, sistem atau komponen dapat ditukar informasi pada perangkat keras dan perangkat lunak atau sistem operasi di lingkungan yang sama.

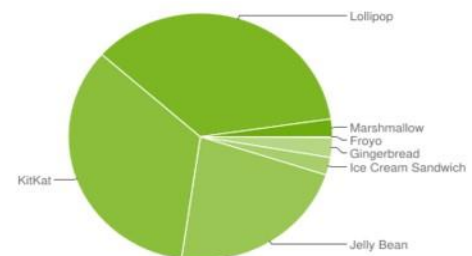
Pada *platform* Android, pengujian aspek *compatibility* berhubungan dengan fragmentasi versi sistem operasi, perbedaan besaran densitas layar masing-masing perangkat Android, dan ukuran layar pada perangkat berbasis Android.

Dalam pengembangan aplikasi perlu menentukan minimum versi untuk menjalankan aplikasi. Konfigurasi layar yang berbeda harus diperhatikan dalam pengembangan sehingga aplikasi dapat menjangkau banyak pengguna perangkat Android (*Developers*, 2017:1).

Dengan demikian, dapat diambil kesimpulan bahwa dalam pengujian *compatibility* harus menentukan versi minimum untuk menjalankan aplikasi pada perangkat Android dengan berbagai ukuran layar yang berbeda. Untuk pengujian *compatibility* menggunakan versi minimum Android *Gingerbread*. Dikarenakan versi dibawahnya memiliki jumlah yang sangat sedikit, dapat dilihat pada Gambar 27.

Version	Codename	API	Distribution
2.2	Froyo	8	0.1%
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	2.6%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	2.3%
4.1.x	Jelly Bean	16	8.1%
4.2.x		17	11.0%
4.3		18	3.2%
4.4	KitKat	19	34.3%
5.0	Lollipop	21	16.9%
5.1		22	19.2%
6.0	Marshmallow	23	2.3%

Data collected during a 7-day period ending on March 7, 2016.
Any versions with less than 0.1% distribution are not shown.



Gambar 27. Grafik Penggunaan Platform Android
(Sumber: developer.android.com)

Setelah menentukan versi minimum dari perangkat Android, pengujian bisa diukur dengan menguji aplikasi pada OS Android yang berbeda. Instrumen yang digunakan berupa *checklist*, selain itu juga menggunakan tools pengujian dari *Testdroid*.

d) *Aspek Usability*

Menurut Nielsen (2012) *usability* adalah atribut kualitas yang digunakan untuk mengetahui bagaimana *user interface* digunakan. Pengujian ini mengacu pada metode untuk meningkatkan proses desain. Terdapat 5 kualitas komponen yang berkaitan dengan *usability* yaitu : (1) Learnability, (2) Efficiency, (3) Memorability, (4) Errors, dan (5) Satisfaction.

Pengujian *usability* dilakukan dengan menggunakan angket kuisisioner *USE Questionnaire* yang dikembangkan oleh Arnold M. Lund (2001). *USE* merupakan singkatan dari *Usefulness*, *Satisfaction*, dan *Easy of use*, inilah ketiga dimensi yang muncul paling kuat dalam perkembangan awal *USE*.

Kuisisioner disusun dengan tujuh poin skala Likert. Pengguna diminta untuk menilai kesepakatan dengan pernyataan, mulai dari yang sangat tidak setuju hingga sangat setuju. Berbagai bentuk kuisisioner digunakan untuk mengevaluasi sikap pengguna terhadap berbagai produk konsumen. Analisis faktor yang mengikuti setiap penelitian menunjukkan bahwa pengguna mengevaluasi produk terutama dengan menggunakan tiga dimensi pada kuisisioner yaitu *Usefulness*, *Satisfaction* dan *Ease of use*. Walaupun ada dimensi lain yang ditemukan , namun ketiga dimensi tersebut berfungsi paling efektif dalam membedakan *interfaces*.

Korelasi parsial yang dihitung menggunakan skala yang diturunkan untuk dimensi ini menunjukkan bahwa *ease of use* (kemudahan pengguna) dan *usefulness* (Kegunaan) saling mempengaruhi, sehingga perbaikan dalam *ease of use* akan meningkatkan penilaian *usefulness* begitu pula sebaliknya. Sementara keduanya meningkatkan *satisfaction* (kepuasan), *usefulness* relatif kurang penting bila sistemnya adalah sistem internal yang harus digunakan oleh pengguna. Pengguna lebih bervariasi dalam penilaian skala untuk *usefulness* ketika mereka hanya memiliki keterpaparan terbatas pada produk. Seperti yang diartikan dari literatur, *satisfaction* sangat terkait dengan penggunaan (aktual atau prediksi). Untuk sistem internal, item yang berkontribusi pada *ease of use* untuk produk lain dibedakan menjadi dua faktor, *Ease of learning* dan *Ease of use* (yang jelas berkorelasi tinggi). Item yang muncul pada kuisisioner yaitu terdapat 3 faktor ditambah dengan *Ease of learning*. Item dalam huruf yang dimuat miring tidak berpengaruh kuat pada faktor. Bentuk *USE Questionnaire* selengkapnya sebagai berikut (Lund, 2001) :

Usefulness

- 1) It helps me be more effective.
- 2) It helps me be more productive.
- 3) It is useful.
- 4) It gives me more control over the activities in my life.
- 5) It makes the things I want to accomplish easier to get done.
- 6) *It saves me time when I use it.*
- 7) *It meets my needs.*

- 8) *It does everything I would expect it to do.*

Ease of Use

- 9) It is easy to use.
- 10) It is simple to use.
- 11) It is user friendly.
- 12) It requires the fewest steps possible to accomplish what I want to do with it.
- 13) *It is flexible.*
- 14) *Using it is effortless.*
- 15) *I can use it without written instructions.*
- 16) *I don't notice any inconsistencies as I use it.*
- 17) *Both occasional and regular users would like it.*
- 18) *I can recover from mistakes quickly and easily.*
- 19) *I can use it successfully every time.*

Ease of Learning

- 20) I learned to use it quickly
- 21) I easily remember how to use it.
- 22) It is easy to learn to use it.
- 23) *I quickly became skillfull with it.*

Satisfaction

- 24) I am satisfied with it.
- 25) I would recommend it to a friend.
- 26) It is fun to use.

27) It works the way I want it to work.

28) It is wonderful.

29) *I feel I need to have it.*

30) *It is pleasant to use.*

Dalam pengujian *usability* pada penelitian ini menggunakan skala Likert 5 point, karena penggunaan kuisioner tanpa skala titik tengah dapat menimbulkan bias pada responden, responden dipaksa untuk memilih untuk lebih positif ataupun negatif terhadap produk (Gwinner, n.d.). Preston & Colman (2000: 13) menyatakan dalam memilih skala perlu diperhatikan tingkat frustrasi dari responden. Dikarenakan semakin tinggi alternatif jawaban, maka akan meningkatkan tingkat frustrasi dari responden. Oleh karena itu, pada pengujian *usability* menggunakan skala Likert dengan 5 point.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa untuk melakukan pengujian *usability* menggunakan *USE Questionnaire* dengan skala Likert level 5, untuk hasil pengujian dengan menggunakan hasil persentase dan dibandingkan dengan tingkat persetujuan.

b. Pengujian Ahli Materi

Instrumen ahli materi merupakan instrumen yang digunakan pada tahapan validasi oleh para ahli materi dibidang yang berkaitan dengan produk multimedia pembelajaran yang dikembangkan. Instrumen ini berbentuk angket penilaian yang dibagikan ke masing-masing penguji atau ahli, agar instrumen yang digunakan reliabel dan dapat dipertanggungjawabkan maka dilakukan riset literatur mengenai persamaan antara standar baku LORI (*Learning Object*

Review Instrument) dengan aspek dan kriteria penilaian media pembelajaran dikemukakan oleh Romi Satrio Wahono.

Dalam mengukur kualitas konten yang dimuat oleh multimedia pembelajaran ini, atau lebih dikenal dengan nama penilaian ahli materi terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan. Sesuai dengan pernyataan Wahono yang dikutip oleh Ansori (2014) dari hasil diskusi dan penyusunan tentang aspek dan kriteria penilaian media pembelajaran yakni dari aspek materi untuk ahli materi dengan mengadaptasi aspek pembelajaran dan aspek substansi materi, diantaranya sebagai berikut:

Aspek pembelajaran

- 1) Kejelasan tujuan pembelajaran (rumusan, realistis)
- 2) Relevansi tujuan pembelajaran dengan SK/KD/Kurikulum
- 3) Cakupan dan kedalaman tujuan pembelajaran
- 4) Ketepatan penggunaan strategi pembelajaran
- 5) Konstektualitas
- 6) Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran
- 7) Kemudahan untuk dipahami
- 8) Sistematis, runtut, alur logika jelas
- 9) Kejelasan uraian, pembahasan, contoh

Aspek substansi materi

- 1) Kebenaran materi secara teori dan konsep
- 2) Ketepatan penggunaan istilah sesuai bidang keilmuan
- 3) Kedalaman materi
- 4) Aktualitas

Versi pertama LORI yang dikembangkan Nesbit, Belfer, dan Vargo tahun 2002 adalah aturan yang sering digunakan untuk mengukur segala macam media yang digunakan dalam pembelajaran. Aspek-aspek yang diperhatikan dalam LORI diantaranya : *content quality, learning goal alignment, Feedback and adaption, motivation, presentation design, interaction usability, accessibility, reusability* dan *standart compliance*. Setiap aspek tersebut memiliki komponen-komponen penilaian mandiri, untuk melakukan pengujian ahli materi pada penelitian ini dapat menggunakan dua dari sembilan aspek dalam standar LORI. Aspek-aspek tersebut adalah aspek *Content quality* dan *Learning goal alignment*.

a. *Content quality* dari segi isi multimedia pembelajaran yang dikembangkan di LORI memiliki persamaan aspek dan penilaian dengan yang dikembangkan Wahono dari aspek substansi materi, berikut komponen-komponen yang dikembangkan LORI untuk aspek ini (Leacock&Nesbit, 2007):

- Komponen kebenaran (*varacity*) yang dimaksud dengan komponen kebenaran yakni apakah materi yang disampaikan sesuai dengan teori dan konsep
- Akurasi (*accuracy*) yakni ketepatan penggunaan istilah sesuai bidang keilmuan
- Keseimbangan penyajian ide (*balance presentation of ideas*) yaitu kedalaman materi
- Tingkat yang sesuai detail (*appropriate level of detail*) yakni aktualitas

- b. Keselarasan tujuan pembelajaran (*Learning goal alignment*) diantaranya keselarasan antara tujuan pembelajaran (*alignment among learning goals*), kegiatan (*activities*), kegiatan penilaian (*assessments*), dan karakteristik peserta didik (*learner characteristics*) semua komponen ini termasuk dalam aspek pembelajaran.

B. Hasil Penelitian yang Relefan

1. Penelitian ini dilakukan oleh Eka Legya Frannita dengan judul "Pengembangan dan Analisis Media Pembelajaran Perakitan Komputer Berbasis *Augmented Reality* untuk *Platform Android* di SMK YPKK 1 Sleman. Tujuan dari penelitian ini adalah mampu membangun media pembelajaran perakitan komputer berbasis *Augmented Reality* untuk *Platform Android* dan mengetahui kualitas perangkat lunak yang dikembangkan berdasarkan standar ISO 9126. Perbedaan dengan penelitian ini terletak pada mata pelajaran yang digunakan dan konsep dari aplikasi yang dikembangkan.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Pitra Dana Arista dengan judul "Pengembangan Brosur Interaktif "Aryappi" Berbasis Augmented Reality Sebagai Media Iklan SMK YAPPI Wonosari. Penelitian tersebut menggunakan model pengembangan *waterfall*. Tujuan dari penelitian yaitu mengembangkan perangkat lunak brosur interaktif "Aryappi" sebagai media iklan dan mengetahui hasil analisis kualitas perangkat lunak yang dikembangkan berdasarkan ISO 25010. Relevansi dengan penelitian ini terletak dalam penggunaan teknologi *augmented reality* dalam

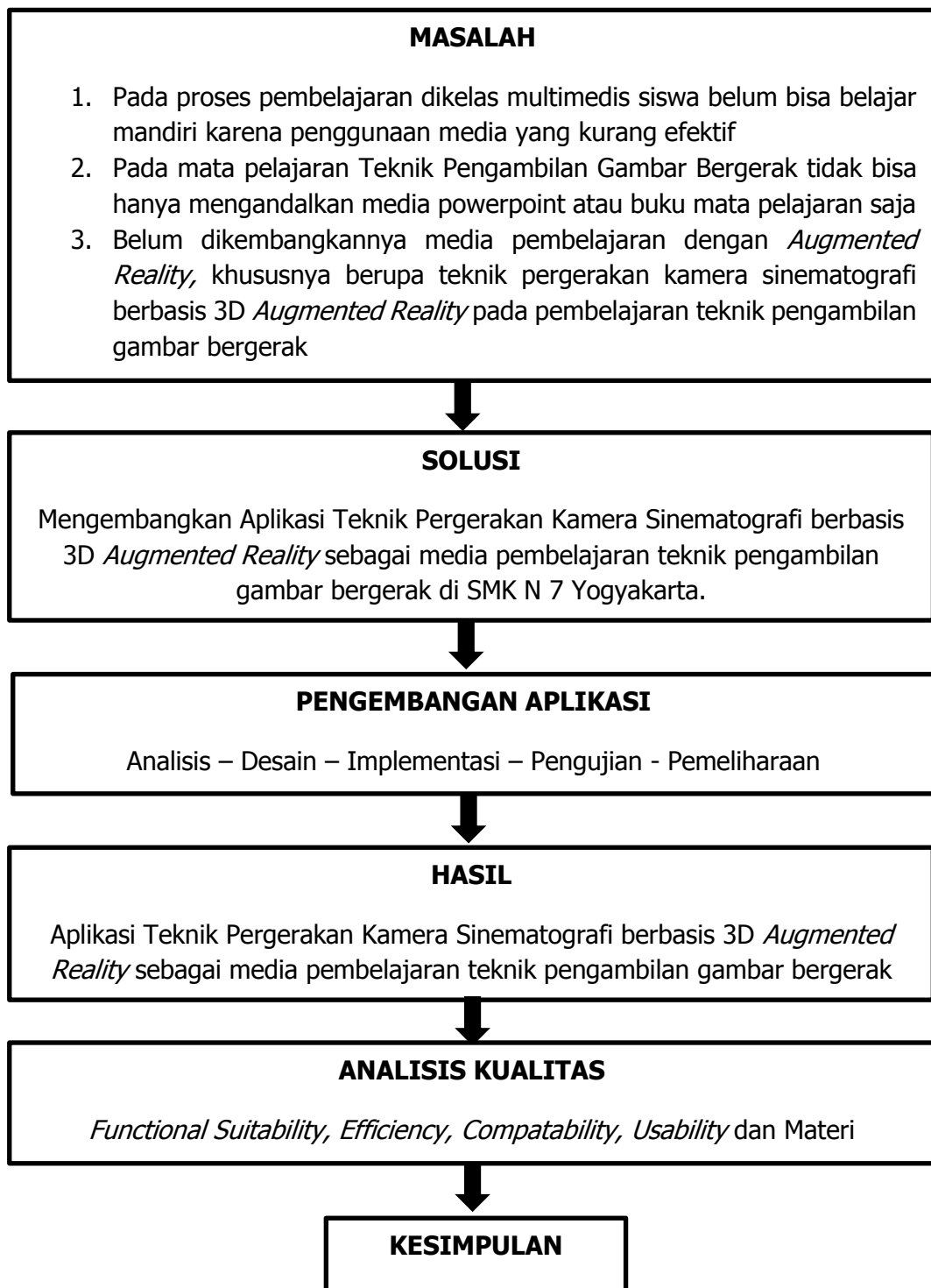
pengembangan aplikasi namun pada penelitian ini mengembangkan sebuah brosur agar menjadi media iklan.

C. Kerangka pikir

Penelitian ini diawali dengan adanya permasalahan yang muncul, pada awalnya anak didik yang baru mengenal jurusan multimedia mengalami kesulitan dalam pemahaman belajar, guru harus menjelaskan materi yang sama untuk beberapa kali pertemuan serta ditemukan permasalahan dimana anak didik belum bisa mandiri dalam proses pembelajaran, guru masih menjadi center didalam kelas, penggunaan media yang kurang efektif menjadi salah satu alasan anak didik belum bisa belajar mandiri karena kurangnya ketertarikan dalam memperhatikan materi yang diberikan contohnya saja pada materi pelajaran teknik pengambilan gambar bergerak dimana pada mata pelajaran tersebut tidak bisa hanya mengandalkan media powerpoint atau buku mata pelajaran saja, untuk itu peneliti mendapatkan alternatif penyelesaian masalah yang dilakukan adalah dengan merancang aplikasi "ARCAM" (*Augmented Reality Camera Movement*) sebagai media pembelajaran teknik pergerakan kamera video (sinematografi) dengan berbasis 3D Augmented Reality yang akan menambah ketertarikan siswa dalam proses pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak. Setelah aplikasi selesai dirancang, kemudian dilakukan uji kualitas perangkat lunak dan uji kelayakan media pada aplikasi. Pengujian dilakukan oleh peneliti dan validator ahli. Bagan kerangka pikir dapat dilihat pada Gambar 29. Proses pengembangan aplikasi "ARCAM" sebagai media pembelajaran teknik pergerakan kamera mengacu pada uji kualitas perangkat lunak yaitu:

functional suitability testing, compatibility testing, performance efficiency testing, dan usability testing.

Selain itu juga dilakukan uji validasi ahli materi dan validasi ahli media aplikasi "ARCAM" tersebut. Pengembangan model perangkat lunak menggunakan metode *waterfall*. Metode ini terdiri dari analisis kebutuhan, desain, pengkodean, dan pengujian. Setelah dilakukan pengujian, maka dilanjutkan dengan pemeliharaan dan dilakukan implementasi kepada pengguna sampai menyelesaikan aplikasi yang memiliki kualitas yang baik dan memenuhi syarat uji kualitas perangkat lunak yang ditentukan.



Gambar 28. Kerangka Pikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan dapat diidentifikasi beberapa pertanyaan penelitian yang diharapkan dapat dijawab dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

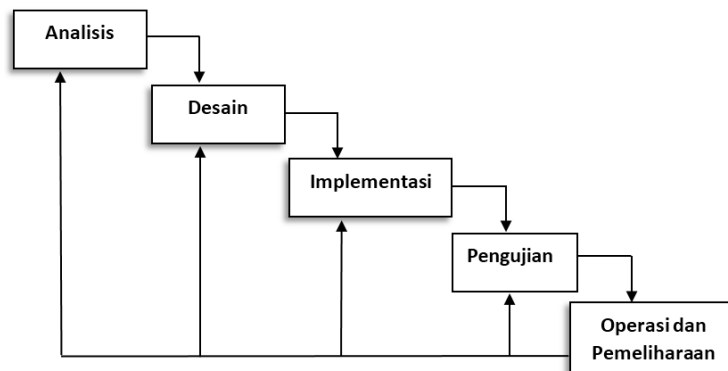
1. Bagaimana cara mengembangkan aplikasi "ARCAM" sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak di SMK N 7 Yogyakarta?
2. Bagaimana hasil analisis kelayakan aplikasi "ARCAM" sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak di SMK N 7 Yogyakarta sesuai dengan ISO/IEC 25010 yang meliputi penilaian kelayakan *efficiency* , *suitability*, *compatibility* dan *usability*?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian ini menggunakan model pengembangan air terjun (*Waterfall*) . berdasarkan teori yang telah dijelaskan pada BAB sebelumnya, tahapan-tahapan dalam pengembangan menggunakan model *Waterfall* yaitu Analisis, Desain, Implementasi, Pengujian dan Pemeliharaan.



Gambar 29. Tahapan Waterfall Model
(Sumber: Ian Sommerville, 2011:43)

B. Prosedur Pengembangan

1. Analisis (*Analysis*)

Proses pengumpulan kebutuhan diidentifikasi dan difokuskan, khususnya pada perangkat lunak. Untuk memahami sifat program yang dibangun, rekaya perangkat lunak (analisis) harus memahami domain informasi, tingkah laku, unjuk kerja, dan antarmuka (*interface*) yang diperlukan (Pressmann, 2012:36). Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan apa saja yang diperlukan dalam perancangan media pembelajaran

teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D *Augmented Reality*. Dalam hal ini akan dilakukan observasi untuk mendapatkan informasi dari SMK N 7 Yogyakarta tentang kebutuhan akan media pembelajaran terutama untuk mata pelajaran teknik pengambilan gambar bergerak. Selain observasi, dibutuhkan pula wawancara dari orang yang ahli dalam bidang multimedia di SMK 7 Yogyakarta yakni bapak Wuryadi Basuki, S.pd untuk mendapatkan informasi tentang pengembangan media pembelajaran teknik pergerakan kamera sinematografi yang sesuai dengan silabus.

2. Desain (*Design*)

Setelah mendapatkan hasil dari tahap analisis berupa catatan informasi kebutuhan pengembangan media pembelajaran, kegiatan yang dilakukan selanjutnya adalah desain perangkat lunak yang sebenarnya adalah proses multi langkah yang berfokus pada empat atribut sebuah program yang berbeda; struktur data, arsitektur perangkat lunak, representasi *interface*, dan detail (algoritma) prosedural (Pressmann, 2012:36). Kegiatan yang dilakukan pada tahap desain ini yaitu (1) membuat desain *Unified Modeling Language* (UML) terdiri dari *use case diagram*, *activity diagram* dan *sequence diagram* sesuai dengan fitur yang harus dikembangkan; (2) membuat *storyboard* sebagai alur jalannya penggunaan aplikasi sesuai dengan fitur yang harus dikembangkan; (3) membuat desain *User Interface*; dan (4) memilih konten sesuai dengan fitur yang harus dikembangkan. Proses desain menerjemahkan syarat/kebutuhan ke dalam sebuah representasi perangkat lunak yang dapat diperkirakan demi kualitas sebelum dimulai pemunculan kode.

Pada tahap desain ini menghasilkan berupa (1) desain UML, terdiri dari *use case diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram*; (2) desain *Storyboard*; (3) desain *User Interface*, dan (4) konten yang digunakan.

3. Implementasi Kode Program

Implementasi dilakukan ketika telah melewati tahap desain , pada tahap ini dilakukan implementasi dengan mengaplikasikan desain yang telah dibuat ke dalam bahasa pemrograman. *Software* yang digunakan adalah Unity 3D dengan bahasa pemrograman C# sehingga dapat menghasilkan suatu aplikasi yang menarik dan sesuai dengan tujuan awal aplikasi.

4. Pengujian

Tahap pengujian kelayakan perangkat lunak melalui dua tahapan yaitu alpha testing dan beta testing. Alpha testing terdiri dari analisis kelayakan media oleh ahli rekayasa perangkat lunak, ahli media dan ahli materi. Sedangkan beta testing menggunakan USE Questionnaire kepada sejumlah responden.

Proses pengujian perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan empat dari delapan aspek dalam standar ISO 25010. Aspek-aspek tersebut adalah aspek *functional suitability*, aspek *performance efficiency*, aspek *compatibility*, dan aspek *usability*. Setiap pengujian diuji menggunakan metode dan analisis data yang berbeda. Penjelasan dari setiap pengujian adalah sebagai berikut:

a. Aspek *Functional Suitability*

Aspek *functional suitability* diuji menggunakan instrumen observasi. Instrumen observasi berisi skenario pengujian program yang berupa *test case*. Pengujian *functional suitability* diujikan kepada responden ahli rekayasa

perangkat lunak. Setelah hasil pengujian didapat, maka hasil dibandingkan dengan *functional sanity check* yang dikembangkan oleh *Application Quality Alliance* (Aqua).

b. Aspek *Performance Efficiency*

Pengujian *performance efficiency* diuji dengan melakukan *software performance testing* menggunakan aplikasi *Testdroid*. Aspek yang diuji meliputi kecepatan akses proses data saat dijalankan. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur konsumsi *processor* dan memori.

c. Aspek *Compatibility*

Pengujian *compatibility* dilakukan dengan mencoba mengakses aplikasi pada *device* dan versi sistem operasi Android yang berbeda dengan berbagai ukuran layar dan densitas layar yang berbeda. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat lunak dapat diakses dengan berbagai *device* dan versi sistem operasi Android.

d. Aspek *Usability*

Pengujian aspek *usability* menggunakan angket *USE Questionnaire* oleh Arnold M. Lund yang berjumlah 30 Pertanyaan yang dibagi menjadi 4 kategori yaitu *usefulness*, *ease of use*, *ease of learning*, dan *satisfaction*.

e. Pengujian Aspek Materi

Pengujian Aspek Materi dilakukan dengan skala Likert. Skala Likert merupakan skala yang digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau kelompok orang tentang fenomena sosial (Sugiyono, 2012).

5. Pemeliharaan (*Maintenance*)

Setelah melakukan tahapan analisis, desain, implementasi dan pengujian lalu dilakukan tahapan pemeliharaan (*Maintenance*). Dalam tahap *Operation and Maintenance* ini, sistem diinstal dan mulai digunakan. Selain itu juga memperbaiki *error* yang tidak ditemukan pada tahap pembuatan. Dalam tahap ini juga dilakukan pengembangan sistem seperti penambahan fitur dan fungsi baru (Sommerville, 2011:43).

C. Sumber data / Subjek Penelitian

Sumber data dari penelitian ini adalah ahli media dan ahli materi serta keseluruhan elemen yang ada di wilayah (populasi). Populasi merupakan keseluruhan subjek penelitian, apabila peneliti meneliti semua elemen yang ada dalam wilayah penelitian, penelitiannya merupakan penelitian populasi (Arikunto, 2006:130). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa-siswi kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta pada tahun ajaran 2017/2018.

D. Metode Pengumpulan Data

Metode atau teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Observasi

Observasi dilakukan di SMK Negeri 7 Yogyakarta dikelas XI Multimedia, pada saat observasi peneliti melihat kegiatan pembelajaran dikelas mulai dari cara guru memberikan materi dan bagaimana anak didik merespon materi yang diberikan sesuai dengan penjelasan dari Sudaryono (2011) yang mengatakan bahwa observasi adalah proses pengamatan terhadap kegiatan yang berlangsung.

2. Wawancara

Menurut Suharsimi (2006: 154), wawancara atau disebut juga dengan interviu atau kuesioner lisan, adalah sebuah dialog yang dilakukan oleh peneliti untuk memperoleh informasi dari narasumber. Wawancara dilakukan kepada Guru Mata Pelajaran Teknik pengambilan Gambar Bergerak untuk menghasilkan data analisis yang diperlukan.

3. Kuesioner (Angket)

Bentuk Instrumen atau pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan angket/kuesioner yang berisi sejumlah pertanyaan atau pernyataan yang harus dijawab atau direspon oleh responden. Angket atau kuesioner digunakan untuk mengetahui tingkat kelayakan media yang telah dikembangkan.

E. Instrumen Penelitian

1. Instrumen Functional Suitability

Pengujian *Functional Suitability* menggunakan kuisisioner yang isinya adalah daftar fungsi-fungsi yang ada pada aplikasi, serta akan menggunakan metode *expert judgement* atau penilaian ahli. Kuisisioner ini menggunakan model sampel *test case* dari <http://softwaretestinghelp.com>. Bentuk *test case* untuk aplikasi ini ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Test case Pengujian Functional Suitability

No.	Fitur	Deskripsi	Langkah	Kegiatan	Hal yang diharapkan	Hasil keluaran	
						Berhasil	Gagal
1	Menampilkan halaman AR	Fitur Untuk masuk ke halaman AR	1	Sentuh tombol Mulai pada <i>Home Page</i> lalu arahkan pada marker yang sudah disediakan	Halaman AR serta object 3D akan muncul		
2	Menampilkan visualisasi teknik pergerakan kamera	Fitur untuk menampilkan visualisasi teknik pergerakan kamera	1	Sentuh tombol "Panning"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio		
Dst... (Angket lengkap terlampir)							

Keterangan *Test case* :

- a. Kolom Fitur : Berisi fitur yang terdapat didalam aplikasi ARCAM
- b. Kolom Deskripsi : Berisi penjelasan suatu fitur
- c. Kolom Langkah : Berisi tahapan atau langkah untuk menjalankan suatu fungsi
- d. Kolom Kegiatan : berisi keterangan langkah yang dibutuhkan
- e. Kolom Hasil : Berisi deskripsi hasil langkah atau fitur yang diharapkan
- f. Kolom hasil keluaran : Berisi indikator gagal atau berhasilnya suatu fungsi

2. Instrumen Efficiency

Pada instrumen pengujian *performance efficiency* menggunakan dua aspek pengujian, yaitu *time behaviour* dan *resource behaviour* untuk menjalankan aplikasi ARCAM. Aspek *time behaviour* menguji berapa waktu yang diperlukan untuk menjalankan aplikasi sedangkan *resource behaviour* menguji berapa konsumsi CPU dan memori yang digunakan ketika aplikasi dijalankan. Kedua pengujian tersebut menggunakan *testdroid*.

3. Instrumen Compatability

Pengujian dilakukan dengan menjalankan aplikasi pada berbagai macam perangkat *smartphone* dengan resolusi layar yang berbeda dan sistem Android

yang paling banyak digunakan pengguna yaitu Jelly Bean, Kit Kat, Lollipop, dan Marshmallow. Pengujian ini menggunakan metode pengamatan langsung (observasi) dengan percobaan *install*, menjalankan, dan *uninstall* aplikasi pada berbagai kondisi lingkungan, diantaranya adalah pada berbagai versi sistem operasi dan ukuran layar yang berbeda. Instrumen dilakukan menggunakan daftar *checklist* seperti tabel 4 berikut:

Tabel 4. Instrumen Pengujian Aspek Compatability

No	Perangkat	Versi Android	Resolusi Layar	Berhasil	Gagal
1	Samsung Grand Prime	5.0.2 (Lollipop)	540 x 960 (Qhd)		
2					
3					
4					
5					

4. Instrumen Usability

Dalam melakukan uji *usability* menggunakan USE *Questionnaire* yang dikembangkan oleh STC *Usability and User Experience Community* dari Arlnold M. Lund yang berfungsi untuk menilai kegunaan, kemudahan, dan kepuasan pengguna. Tabel 5 berikut adalah kisi-kisi instrumen *usability* bagi pengguna (siswa):

Tabel 5. Kisi-Kisi Instrumen Pengujian Aspek Usability

No.	Indikator	No. Butir
1.	<i>Usefulness</i> (kegunaan)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
2.	<i>Ease of use</i> (mudah dalam penggunaan)	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
3.	<i>Ease of learning</i> (mudah untu dipelajari)	20, 21, 22, 23,
4.	<i>Satisfaction</i> (kepuasan)	24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

5. Instrumen Ahli Materi

Instrumen aspek materi ini merupakan instrumen yang digunakan untuk memberi nilai aspek materi yang dibuat dalam aplikasi ARCAM sebagai media pembelajaran. Setelah melihat persamaan antara aspek penilaian yang LORI kembangkan dengan Wahono yang dikutip oleh Ansori (2013). Maka aspek penilaian validasi ahli materi yang digunakan pada penelitian ini yaitu aspek umum, aspek pembelajaran dan aspek substansi materi. Berikut ini tabel 6 adalah kisi-kisi instrumen penilaian ahli materi.

Tabel 6. Kisi-Kisi Instrumen Ahli Materi

No.	Aspek	Indikator	No. Butir
1.	Aspek Umum	Kreatif, inovatif, komunikatif dan ungu	1, 2, 3,
2.	Aspek Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> • Tujuan pembelajaran • Strategi pembelajaran • Interaktifitas dan kontekstualitas • simulasi 	4,5,6,7,8,9,10,11
3.	Aspek Substansi Materi	<ul style="list-style-type: none"> • Kebenaran materi • Penggunaan istilah • Kedalaman materi • aktualitas 	12,13,14,15

F. Teknik Analisis Data

1. Analisis Pengujian Aspek *Functional Suitability, Compatability Usability*, dan Ahli Materi

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Presentasi Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Setelah mendapatkan data skor dari hasil pengujian, kemudian dihitung persentasenya dengan menggunakan rumus tersebut. Setelah itu, persentase dikonversikan ke dalam pernyataan sesuai dengan tabel berikut (Sudaryono, 2011).

Tabel 7. Kriteria Interpretasi Skor

No.	Persentase	Interpretasi
1.	0% - 20%	Sangat Tidak Layak
2.	21% - 40%	Kurang Layak
3.	41% - 60%	Cukup Layak
4.	61% - 80%	Layak
5.	81% - 100%	Sangat Layak

2. Analisis Pengujian Aspek *Performance Efficiency*

Analisis aspek *performance efficiency* dapat diambil dari penggunaan memori dan CPU. Kriteria dalam pengujian *performance efficiency* adalah penggunaan memori tidak terjadi memori *leak* dan penggunaan CPU tidak menyentuh batas aman yang ditentukan *Little Eye* yaitu 15%. Pengujian dikatakan memenuhi aspek *performance efficiency* jika memenuhi kriteria tersebut.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Analisis

Tahap ini merupakan tahap untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan untuk membuat media pembelajaran. Pada tahap analisis dilakukan identifikasi kebutuhan apa saja yang diperlukan dalam perancangan aplikasi. Dalam hal tersebut telah dilakukan observasi dan wawancara langsung dengan guru mata pelajaran di SMK Negeri 7 Yogyakarta mengenai kebutuhan media pembelajaran terutama untuk mata pelajaran teknik pengambilan gambar bergerak. Sasaran pengguna aplikasi ini yaitu untuk siswa kelas XI Multimedia di SMK Negeri 7 Yogyakarta, untuk jumlah siswa dikelas XI Multimedia berjumlah 32 siswa.

Materi yang dimuat dalam media pembelajaran ini mencakup standar kompetensi dan kompetensi dasar, serta tujuan pembelajaran pada mata pelajaran teknik pengambilan gambar bergerak yang materinya akan ditujukan untuk siswa kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta. Materi yang disajikan berupa simulasi kamera yang berbentuk object 3D dimana kamera tersebut akan menangkap gambar sesuai apa yang ada didepan nya, sehingga gambar hasil pergerakan kamera dapat dilihat langsung disertai dengan keterangan berupa audio pada tiap *button* pilihan pergerakan kamera sehingga peserta didik dapat memahami simulasi dengan lebih mudah serta dapat dijadikan contoh dalam praktik pengambilan video pada mata pelajaran teknik pengambilan bergerak. Media pembelajaran ini dikembangkan dengan

menggunakan teknologi *Augmented Reality* dengan model *based Tracking Marker*. Dalam model ini diperlukan marker / gambar untuk dapat menampilkan object yang diinginkan.

Berdasarkan model media pembelajaran yang dihasilkan, diperlukan perangkat untuk mengembangkan media pembelajaran tersebut. Untuk perangkat keras dibutuhkan Laptop dan perangkat *Android* dengan sistem operasi minimum 4.1 (*JellyBean*) sedangkan untuk rincian perangkat lunak akan dibahas tiap langkahnya pada tahap desain.

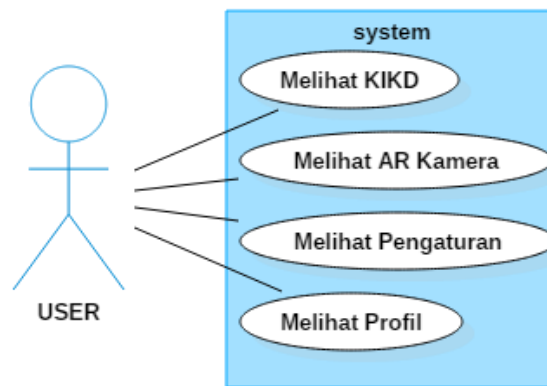
2. Desain

Tahap ini merupakan tahap yang dilakukan untuk merancang desain sistem media pembelajaran yang akan dikembangkan. Rancangan sistem digambarkan melalui desain UML (*Unified Modelling Language*) yang meliputi: *use case diagram*, *activity diagram*, dan *sequence diagram*. Pada tahap desain juga digambarkan *storyboard* sebagai alur jalannya penggunaan aplikasi serta desain *User Interface* dari media.

a. Desain UML (*Unified Modelling Language*)

1) Use Case Diagram

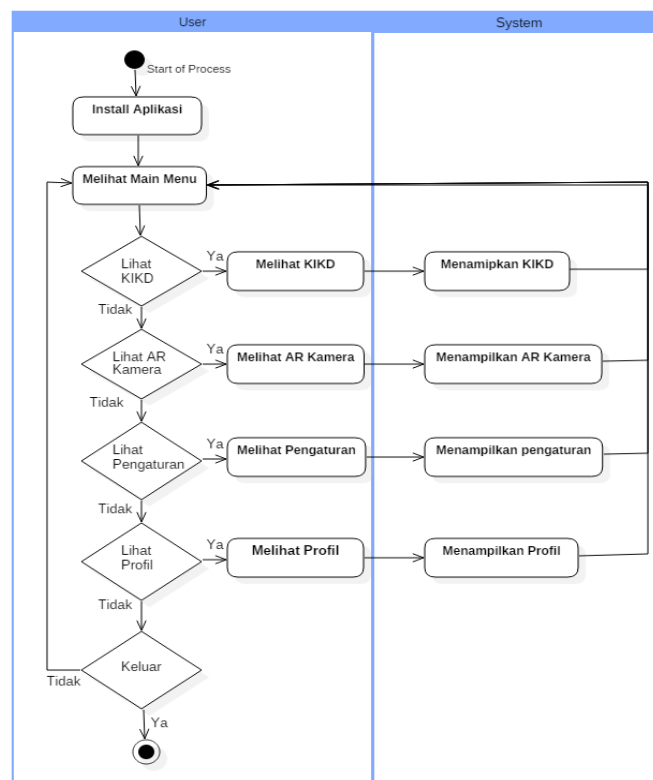
Use Case merupakan gambaran fungsionalitas dari system yang dapat diakses oleh user. Berikut ini *use case diagram* yang digunakan untuk membuat media pembelajaran ini:



Gambar 30. Use Case Diagram

2) Activity Diagram

Activity Diagram merupakan gambar alur program secara keseluruhan dari awal penginstallan aplikasi hingga aplikasi ditutup.

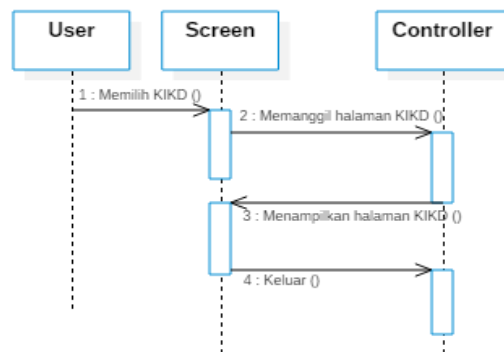


Gambar 31. Activity Diagram

3) Sequence Diagram

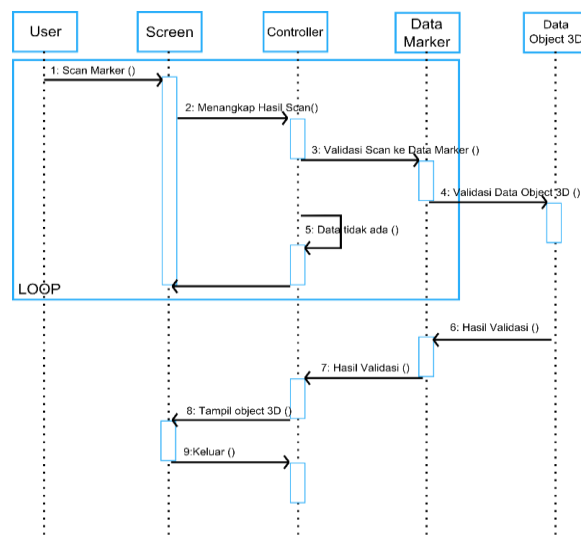
Sequence Diagram adalah gambar alur fungsionalitas suatu sistem yang sebelumnya telah ditunjukkan pada *use case diagram*. *Sequence Diagram* yang digunakan pada media ini adalah:

- 1) *Sequence Diagram* ketika melihat KIKD. . Dibawah ini proses menampilkan KIKD:



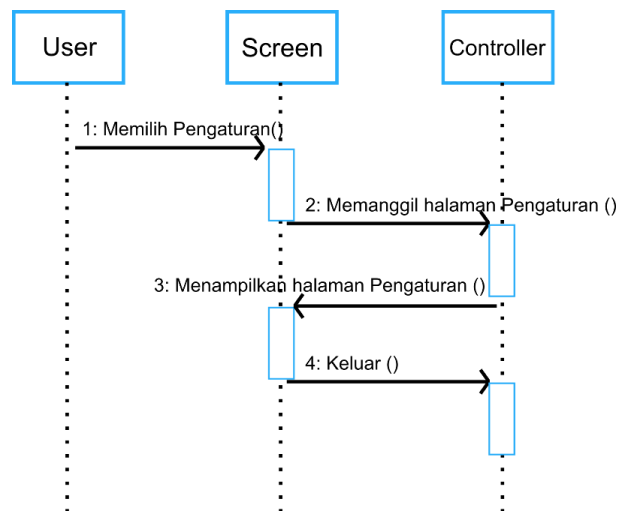
Gambar 32. *Sequence Diagram* KIKD

- 2) *Sequence Diagram* ketika melihat A.R Kamera. Dibawah ini proses menampilkan object 3D dengan menggunakan marker:



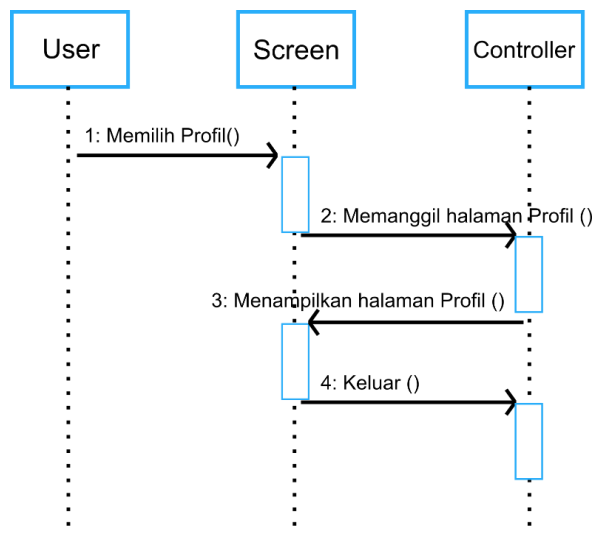
Gambar 33. *Sequence Diagram* AR Kamera

- 3) *Sequence Diagram* ketika melihat Pengaturan. Dibawah ini proses menampilkan pengaturan:



Gambar 34. *Sequence Diagram* Pengaturan

- 4) *Sequence Diagram* ketika melihat Profil. . Dibawah ini proses menampilkan profil:

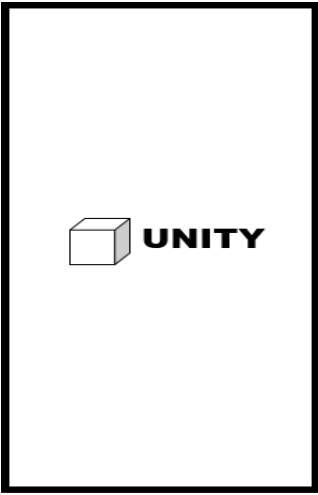
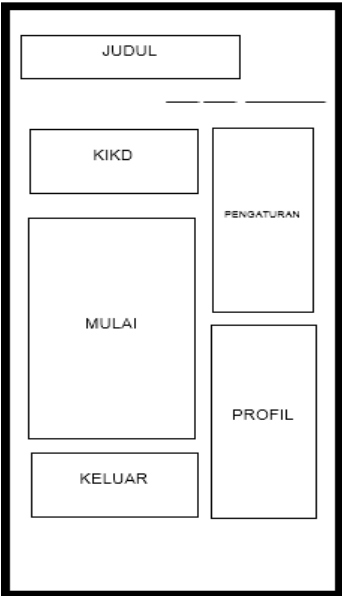


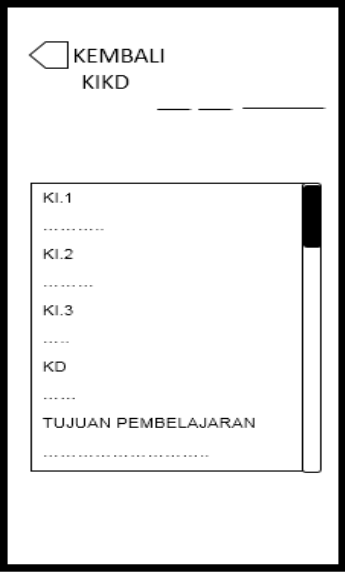
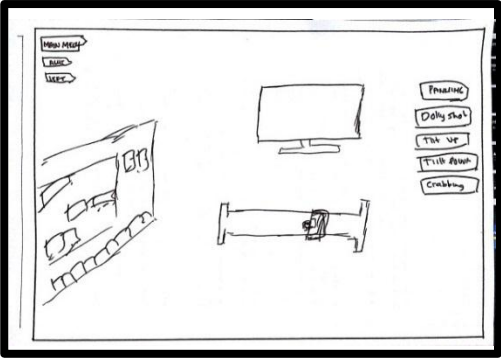
Gambar 35. *Sequence Diagram* Profil

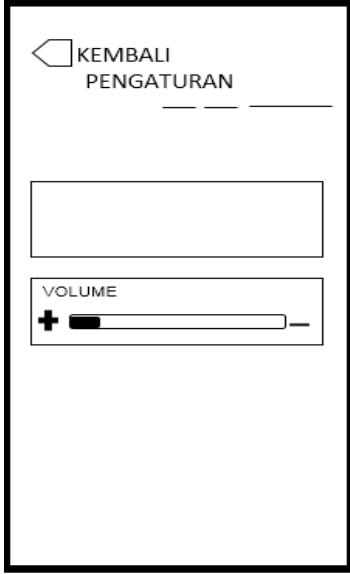
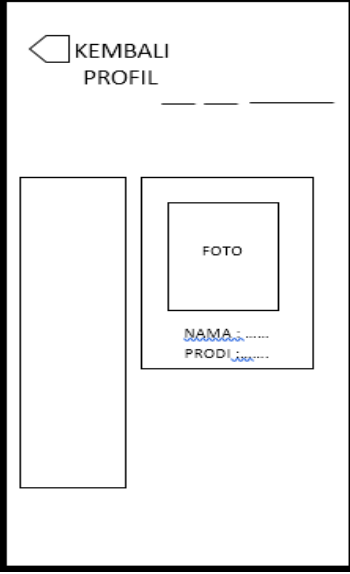
b. Tahap Perancangan Komponen

Tahap ini merupakan tahap mendesain antar muka media ini. Pada tahap ini antar muka didesain berdasarkan hasil analisis kebutuhan serta sasaran penggunaanya. Perancangan antarmuka media ini akan digambarkan dengan *storyboard*.

Tabel 8. StoryBoard

No	Nama	Desain	Keterangan
1	<i>Splash Screen</i>		Pada bagian ini menampilkan <i>splash screen</i> Unity, Karena aplikasi dibuat menggunakan Unity dimana pada lisensi nya harus menampilkan <i>splash screen</i> ini.
2	Halaman Menu Utama		<p>Pada Bagian ini menampilkan judul aplikasi serta tombol KIKD, Mulai, Pengaturan, Profil, Keluar.</p> <p>Tombol KIKD berfungsi untuk menuju ke halaman KIKD</p> <p>Tombol Mulai berfungsi untuk menuju ke halaman A.R kamera</p> <p>Tombol Pengaturan berfungsi untuk menuju ke halaman pengaturan</p> <p>Tombol Profil berfungsi untuk menuju ke halaman Profil</p>

3	Halaman KIKD		<p>Pada halaman ini menampilkan KIKD (Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar) dari materi yang dibuat pada media</p>
4	Halaman A.R Kamera		<p>Pada halaman ini terdapat tombol <i>Panning, Dolly Shot, Tilt Up, Tilt Down, Crabbing</i>. Tombol-tombol tersebut berfungsi untuk menampilkan gerakan kamera serta mengeluarkan suara narasi.</p> <p>Tombol <i>Rotate Right, Rotate Left</i>. Berfungsi untuk merotasi serta mengganti object yang akan ditangkap oleh kamera.</p> <p>Object monitor akan menampilkan hasil gambar yang ditangkap oleh kamera</p>

5	Halaman Pengaturan		Pada halaman ini menampilkan <i>slider</i> volume narator
6	Halaman Profil		Pada halaman ini menampilkan profil pembuat media

c. Pembuatan mockup desain interface

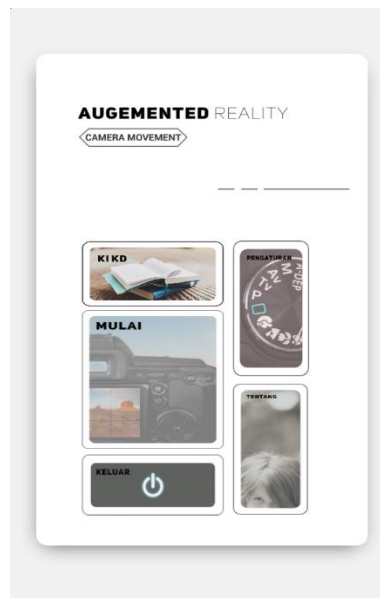
Pembuatan mockup desain interface menggunakan *software* Inkscape sehingga dapat dihasilkan asset dalam media ini seperti asset background menu, tombol, slider dll dalam format png. Berikut ini desain setelah selesai dibuat sesuai *storyboard*:

- 1) *Splash screen*, bagian awal ketika aplikasi dibuka ,menampilkan logo Unity. Halaman ini sudah otomatis akan terbuka Karena lisensi Unity yang digunakan akan membuat bagian ini akan muncul.



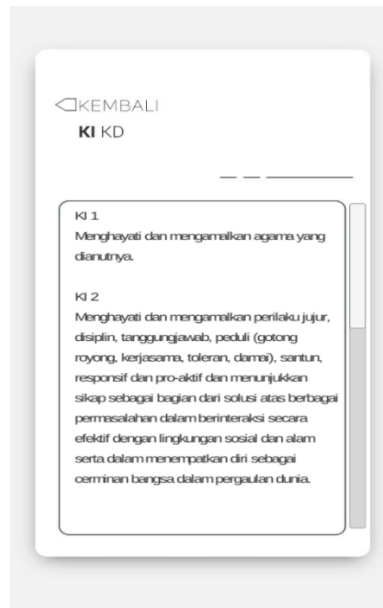
Gambar 36. *Splashscreen Unity*

- 2) Halaman menu utama, desain pada halaman ini adalah:



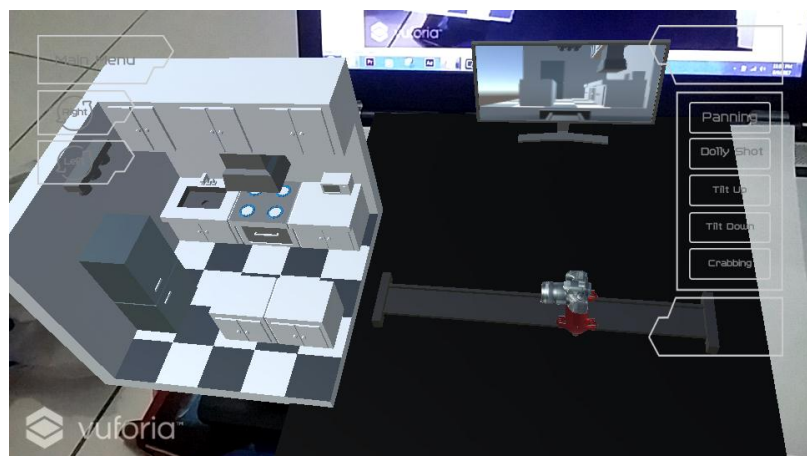
Gambar 37. Menu Utama

3) Halaman KIKD, desain pada halaman ini adalah:



Gambar 38. Menu KIKD

4) Halaman Mulai (A.R kamera), desain pada halaman ini adalah:



Gambar 39. Menu Mulai (AR Kamera)

5) Halaman Pengaturan, desain pada halaman ini adalah:



Gambar 40. Menu Pengaturan

6) Halaman Profil, desain pada halaman ini adalah:



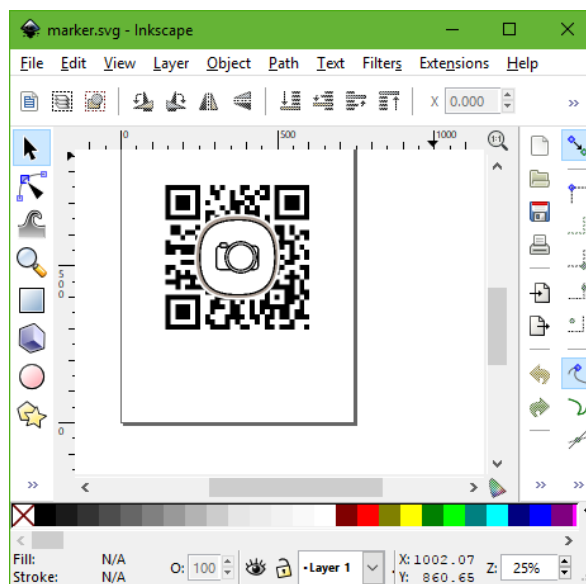
Gambar 41. Menu profil

3. Implementasi Kode Program

Proses pembuatan program merupakan proses pengaplikasian hasil desain ke dalam bahasa pemrograman agar hasil desain tadi dapat berfungsi sesuai fungsionalitasnya. Langkah-langkah tersebut antara lain yaitu:

a. Persiapan Asset

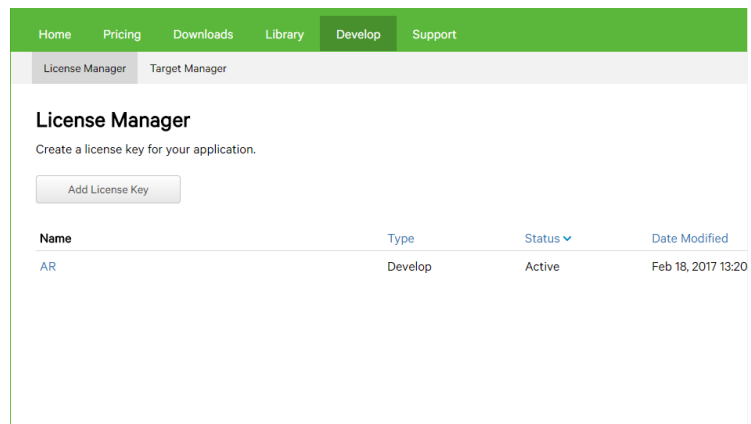
Proses pembuatan program diawali dengan menginstall unity 5.6.1f1 serta Vuforia SDK, Java JDK, serta Android SDK. Tools tersebut merupakan Tools yang wajib ada untuk membuat aplikasi ini dalam platform Android. Setelah itu kita mendesain marker ,marker ini berfungsi sebagai alat verifikasi agar object 3D dapat dimunculkan, serta sebagai pivot dimana object 3D tersebut berada.



Gambar 42. Marker

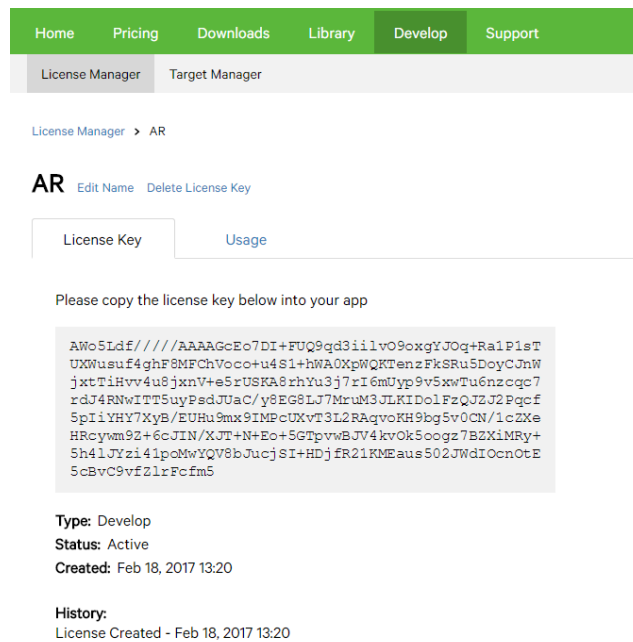
Setelah marker dibuat langkah selanjut nya adalah mengupload marker ke database vuforia sehingga akan mendapatkan lisensi nya. Untuk dapat mengupload marker yang telah buat, sebelum nya hal yang harus dilakukan yaitu, membuat account pada website vuforia yang bisa diakses di

<https://developer.vuforia.com> ,setelah itu membuat nama lisensi terlebih dahulu dan juga database dengan nama yang diinginkan.



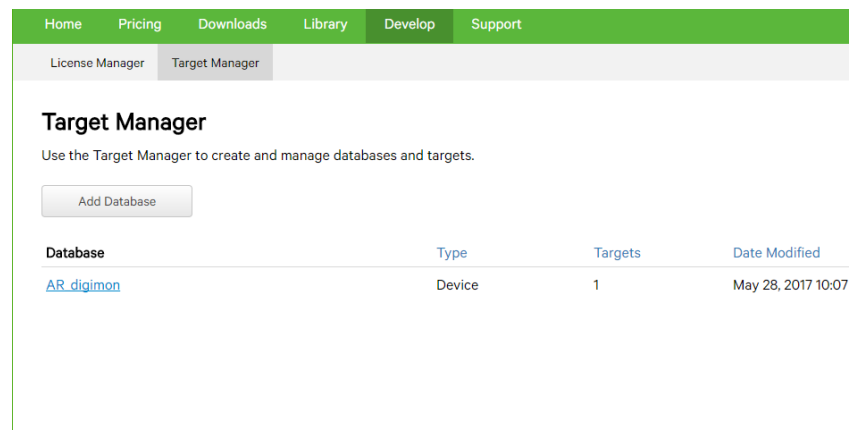
Gambar 43. Lisensi Manager

Jangan lupa mengklik nama lisensi yang kita buat agar kita mendapatkan kode lisensi nya yang akan kita gunakan di *software* Unity



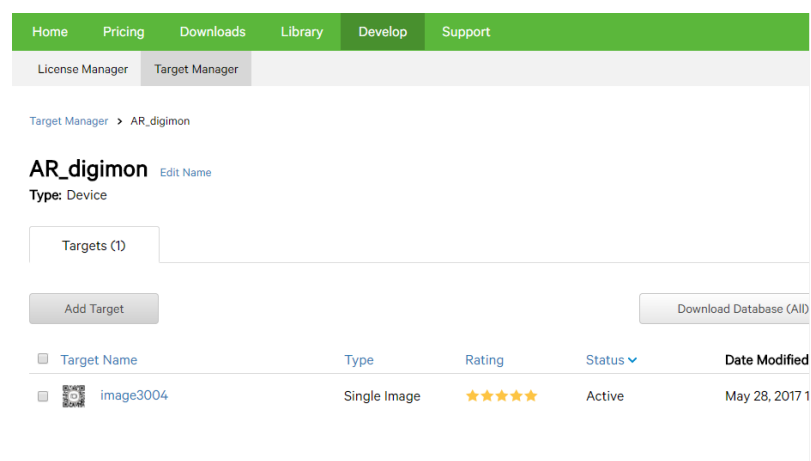
Gambar 44. Lisensi Key

lalu pada tab target manager kita dapat membuat databasenya



Gambar 45. Target Manager

lalu kita klik nama databasenya untuk dapat mengupload gambar markernya dengan klik Add target.



Gambar 46. Upload Marker

Setelah terupload maka akan terlihat Rating di website vuforia, rating tersebut mengindikasikan seberapa akurat marker akan bekerja, semakin tinggi rating nya maka marker akan bekerja lebih baik dan mudah untuk di scan. Setelah marker terupload, maka kita download database marker nya dengan mengklik tombol download database dan pilih yang untuk Unity.

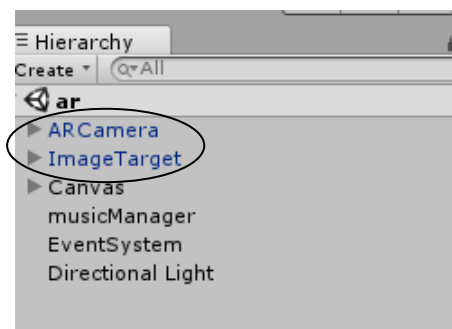
Sampai proses ini maka kita sudah selesai mempersiapkan asset yang akan kita gunakan pada *software* Unity.

b. Building Project

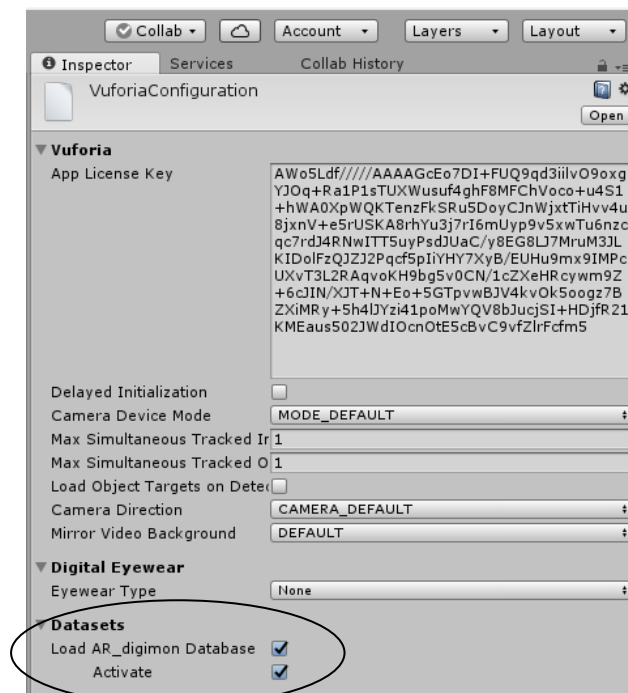
Pembuatan media ini diawali dengan membuka project baru pada *software* unity lalu setelah project dibuka maka kita telah memiliki *scene* yang dapat kita simpan dan kita build ke android nanti. Langkah selanjutnya adalah memasukan vuforia 6-2-10 unitypackage dan juga unitypackage marker yang sudah kita download tadi ke unity. Package ini berisi template pembuatan AR yang sudah diberikan oleh vuforia sehingga mempermudah pembuatan nya dan juga marker yang sudah kita upload tadi.

1) Setting pada hierarchy gameobject AR camera

Langkah awal yang harus kita lakukan adalah mensetting gameobject AR camera yaitu memasukan lisensi vuforia yang telah kita dapat saat membuat database vuforia tadi ke bagian App license key. Jangan lupa mecheck atau mencentang bagian Datasets tersebut Load serta activate harus di centang



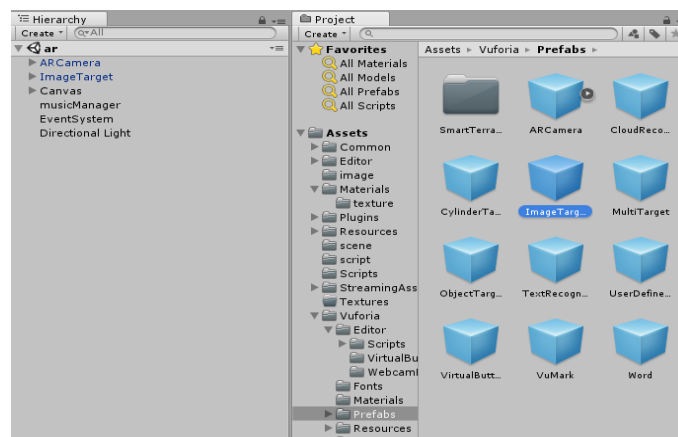
Gambar 47. AR Kamera Setting



Gambar 48. AR Kamera Datasets

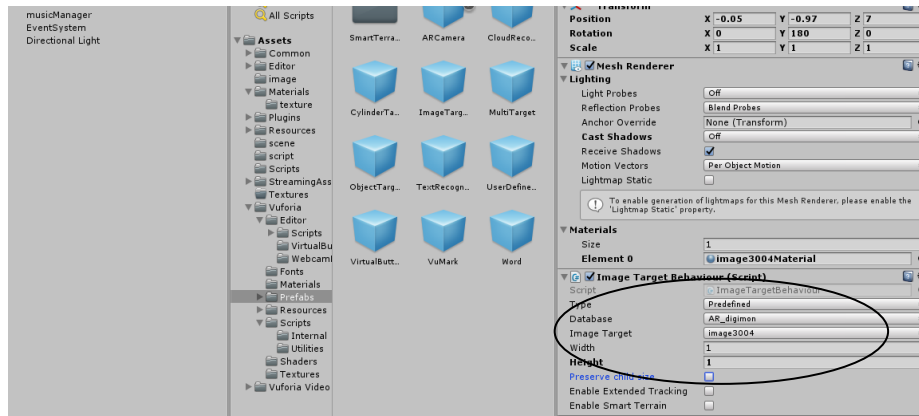
2) Memasukan image target

Setelah kita mengimport vuforia package tadi maka kita dapat memasukan imaget target prefabs yang sudah dibuat oleh vuforia kedalam hierarchy gameobject di unity. Kita tinggal drag imagetarget yang terdapat di folder vuforia prefabs



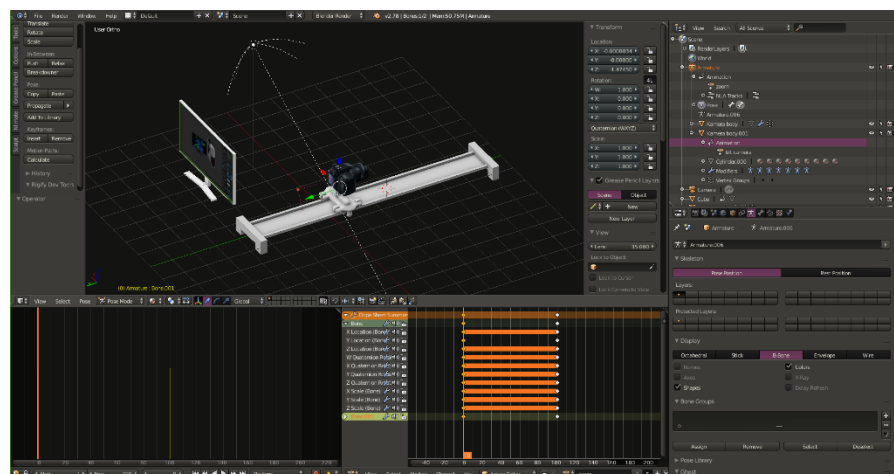
Gambar 49. Image Target

Setelah itu kita harus memilih database yang kita punya pada image target tadi dengan cara seperti dibawah ini

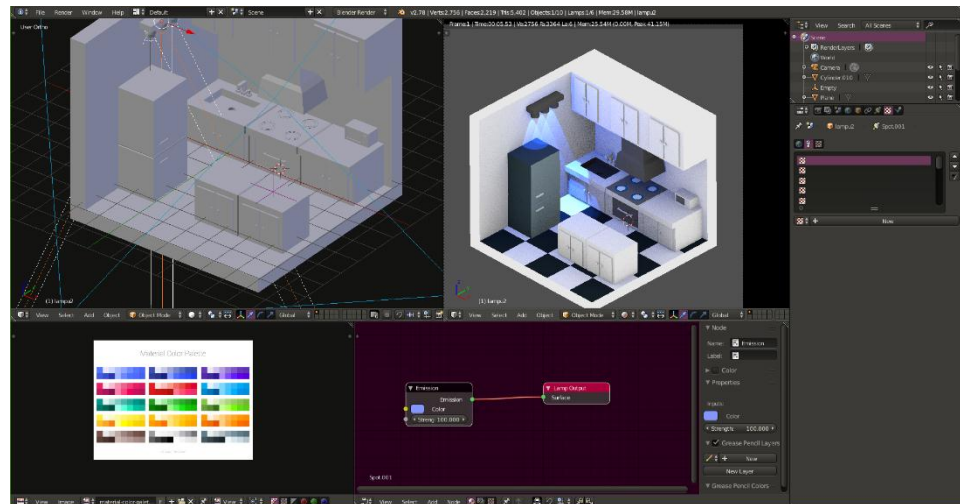


Gambar 50. Memilih Database pada Image Target

Setelah selesai mensetting image target nya maka kita sudah dapat memasukan object 3D yang akan kita tampilkan. Untuk membuat object 3D nya saya menggunakan software Blender 3D. Buat object 3D nya seperti dibawah ini, jangan lupa membuat animasi nya juga di software Blender 3D sehingga animasi object tersebut sudah terimport di unity

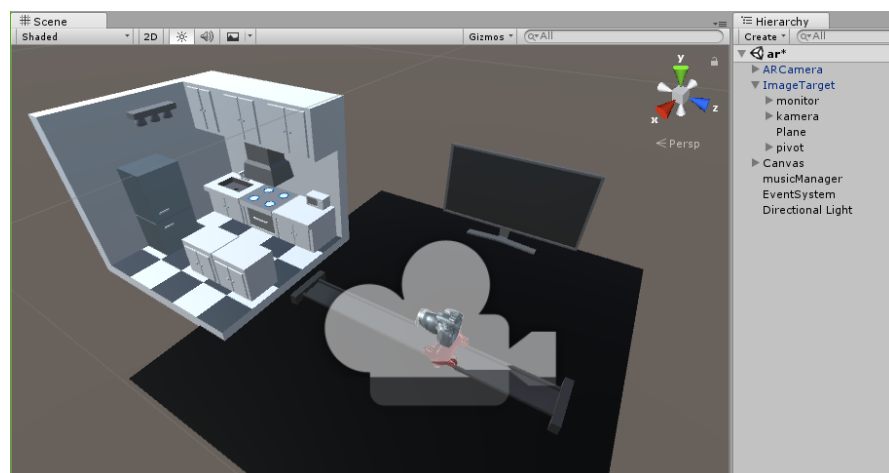


Gambar 51. Blender Kamera



Gambar 52. Blender Scene Object Dapur

Setelah selesai membuat object 3D nya dan telah kita import ke unity lalu kita tinggal mendrag object tersebut ke hierarchy gameobject imagetarget danatur posisinya sehingga ada diatas image target nya seperti gambar dibawah ini :



Gambar 53. Scene AR Kamera

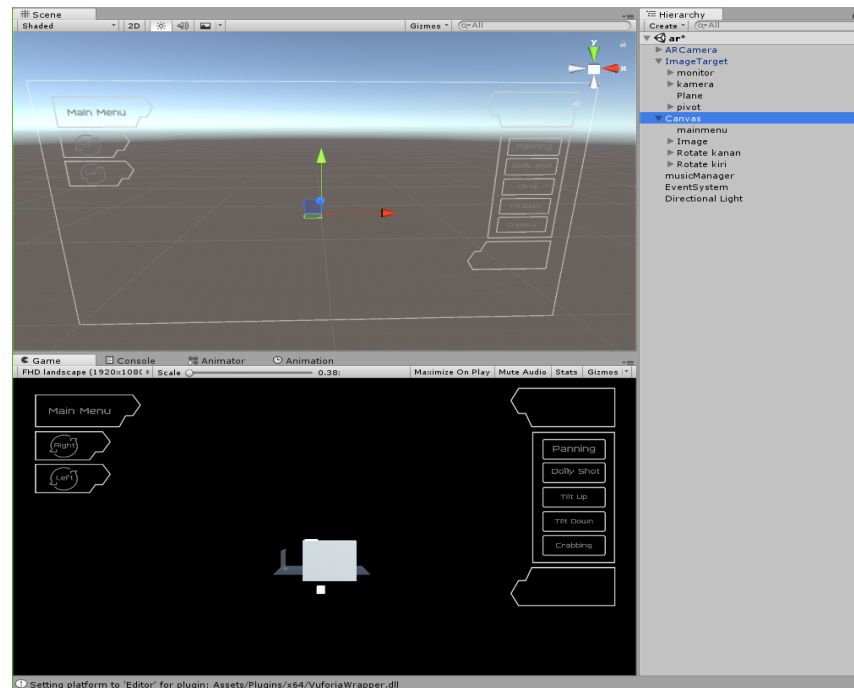
Maka kita telah selesai mengatur tampilan object tersebut ketika marker terscan pada aplikasi ini. Setelah itu kita membuat interface tombol agar ketika tombol ditekan kamera dapat bergerak. Pada tahap yang lalu kita sudah

membuat layout dan sprite pada meni ini, sehingga kita tinggal mengimport nya ke unity.



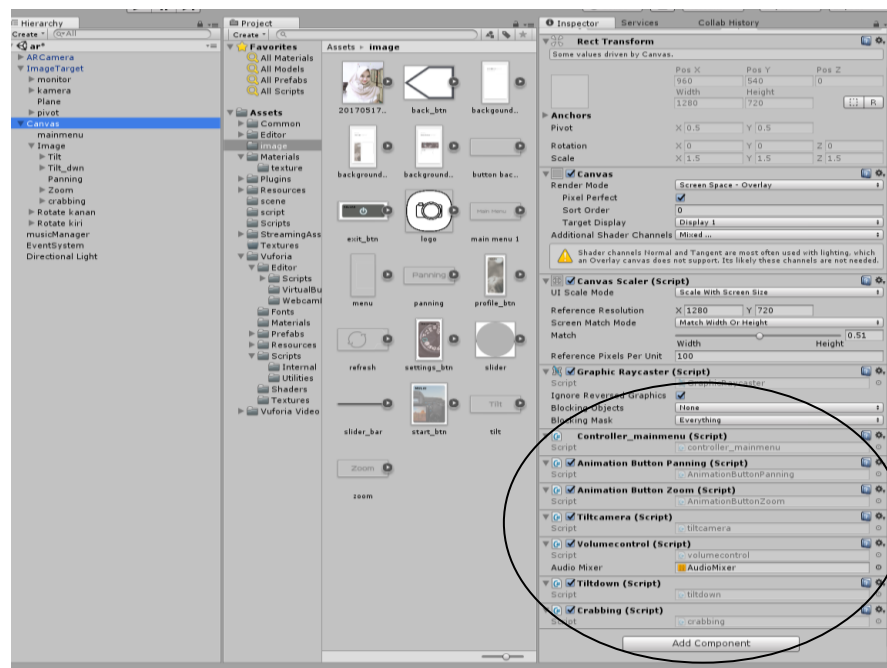
Gambar 54. Sprite Layout

Setelah kita mengimport sprite tersebut ke unity maka langkah selanjutnya kita membuat layout tersebut ke scene unity dengan membuat gameobject canvas yang berisi button seperti gambar dibawah ini:



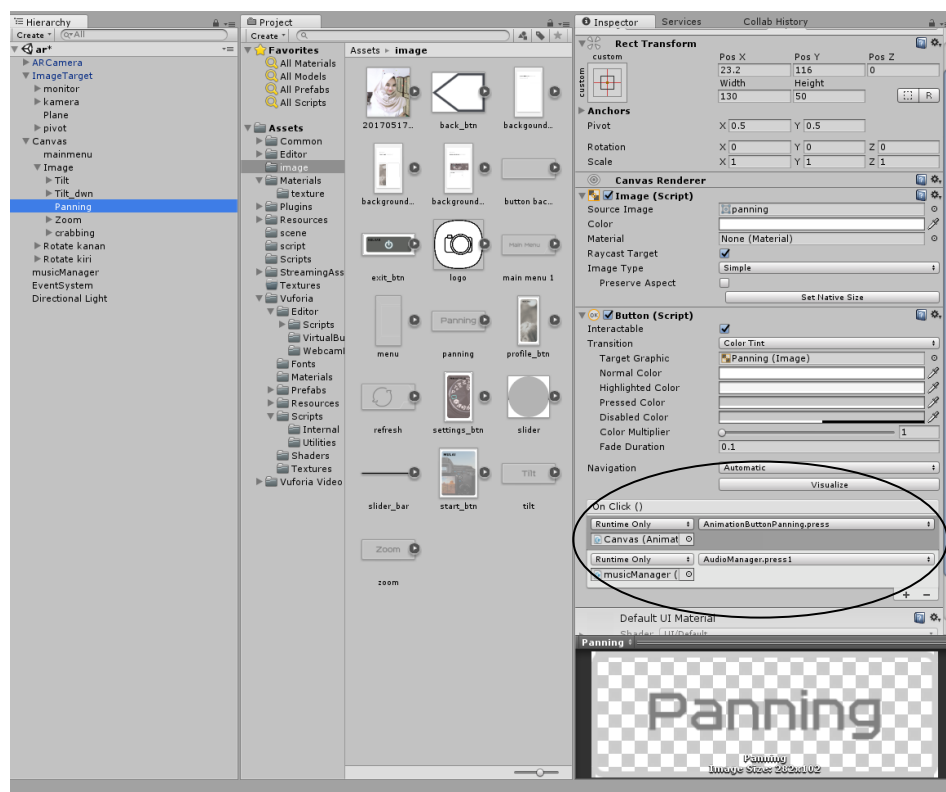
Gambar 55. Layout AR Kamera

Setelah selesai maka kita tinggal melakukan scripting untuk menjalankan animasi dan memasukkan script tersebut ke canvas seperti ini



Gambar 56. Setting Animasi

Setelah memasukan script ke canvas maka langkah selanjutnya adalah mensetting button-button yang sudah kita buat untuk memanggil script yang berada di canvas yang sudah kita masukan tadi seperti dibawah ini. lakukan hal tersebut ke tombol tombol yang ada pastikan fungsi script yang dimasukan sesuai dengan tombol yang akan kita fungsi kan. Contoh tombol panning maka kita pilih script untuk panning juga dst.

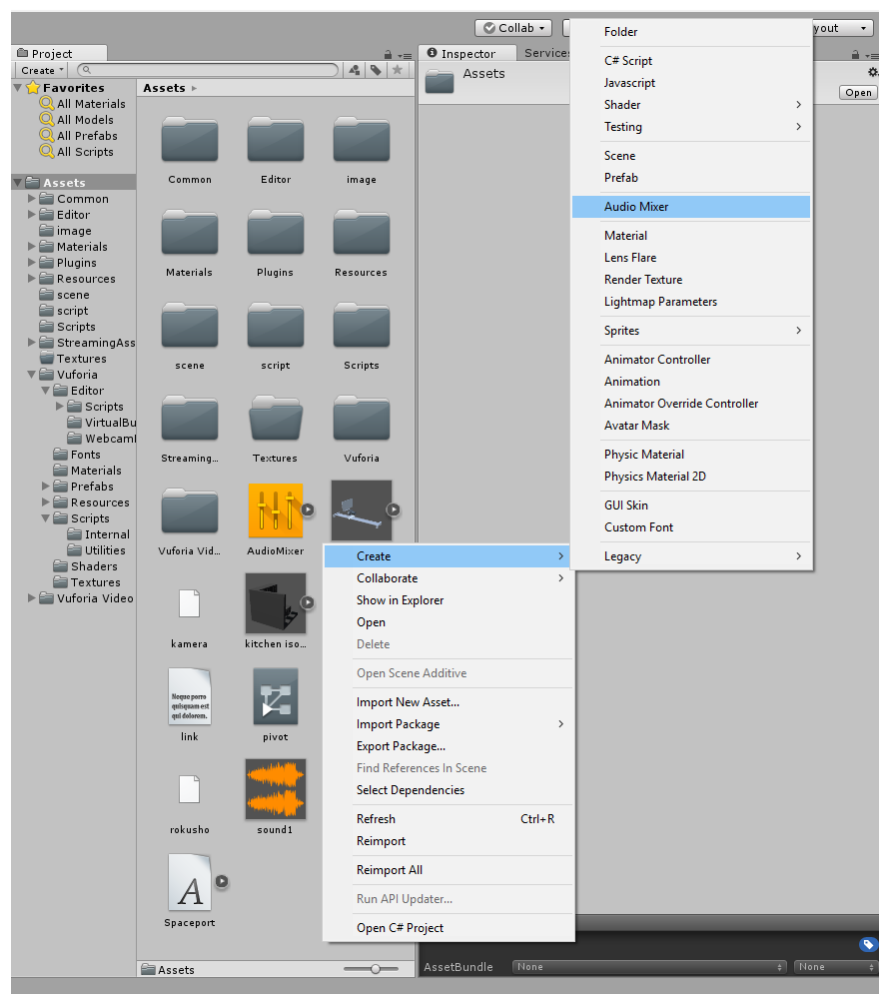


Gambar 57. Setting Button

Sampai pada tahap ini kita sudah dapat memfungsikan tombol yang kita buat. Lalu tahap selanjutnya memasukan audio narasi. Cara nya hampir sama seperti kita ingin menjalankan animasi tadi. Namun beda nya disini kita buat gameobject music manager terlebih dahulu untuk mengkontrol sumber audio

serta audio tersebut dapat kita setting volume nya pada menu pengaturan yang nanti akan kita buat.

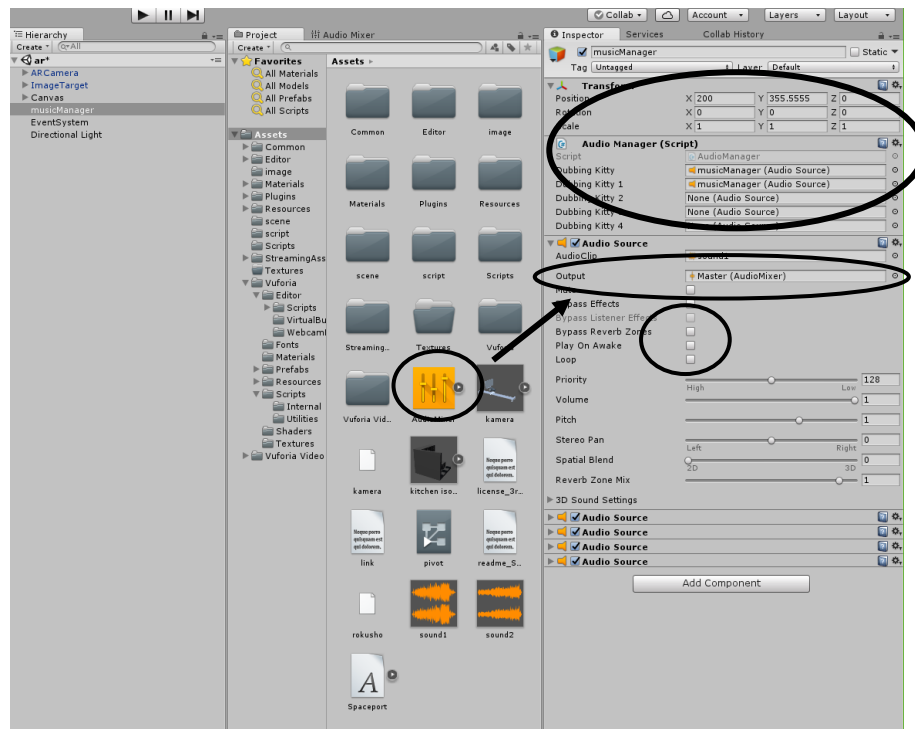
Cara nya yaitu pertama kita buat dulu audio mixer di folder asset dengan cara klik kanan pada isi folder asset lalu create audio mixer, audio mixer berfungsi untuk menghubungkan slider volume di pengaturan dengan audio source yang ada di music manager



Gambar 58. Audio Mixer

Lalu kita pilih parameternya menjadi masterVolume sehingga volume nya dapat dikontrol dengan slider yang akan kita buat pada menu pengaturan dimana slider tersebut berisi script yang akan mengontrol audi mixer tersebut.

Setelah selesai maka kita masuk pada music manager di Gameobject lalu kita masukan audio source nya sesuai dengan audio yang akan kita pilih seperti ini

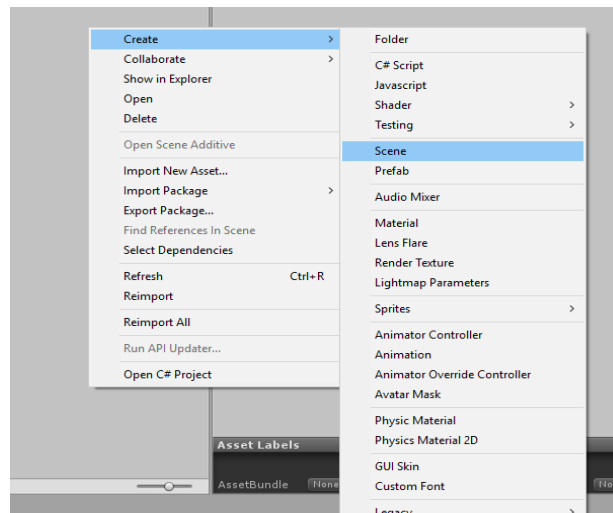


Gambar 59. Audio Source

Lalu kita drag Audio Source nya ke dalam script audio manager seperti gambar di atas, setelah itu kita drag Audio mixer yang telah kita buat ke Output pada audio source, jangan lupa hilangkan tanda centang pada Play on Awake di audio source sehingga suara atau audio nya tidak langsung dimainkan ketika kita masuk ke scene. Sampai pada tahap ini kita sudah selesai untuk membuat fungsi tombol – tombol pada interface A.R kamera

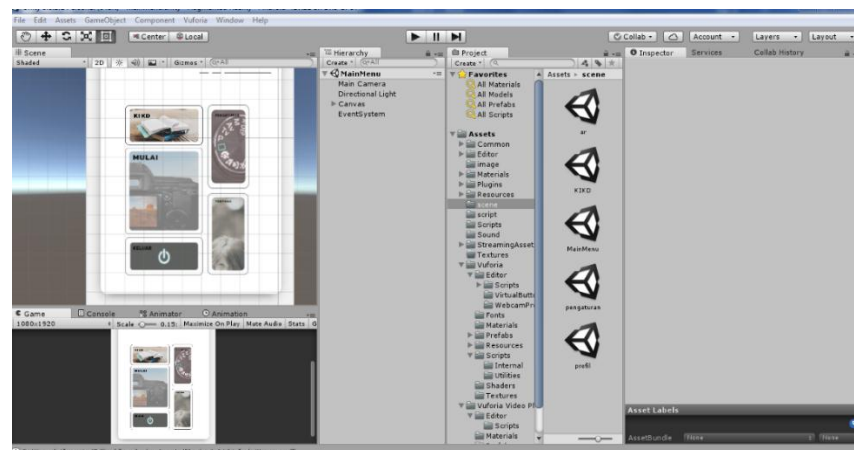
3) Membuat Main Menu

Setelah kita selesai membuat scene A.R kamera atau Halaman A.R kamera maka tahap selanjutnya yaitu kita membuat halaman menu utama atau main menu, caranya yaitu kita klik kanan pada folder asset lalu create scene



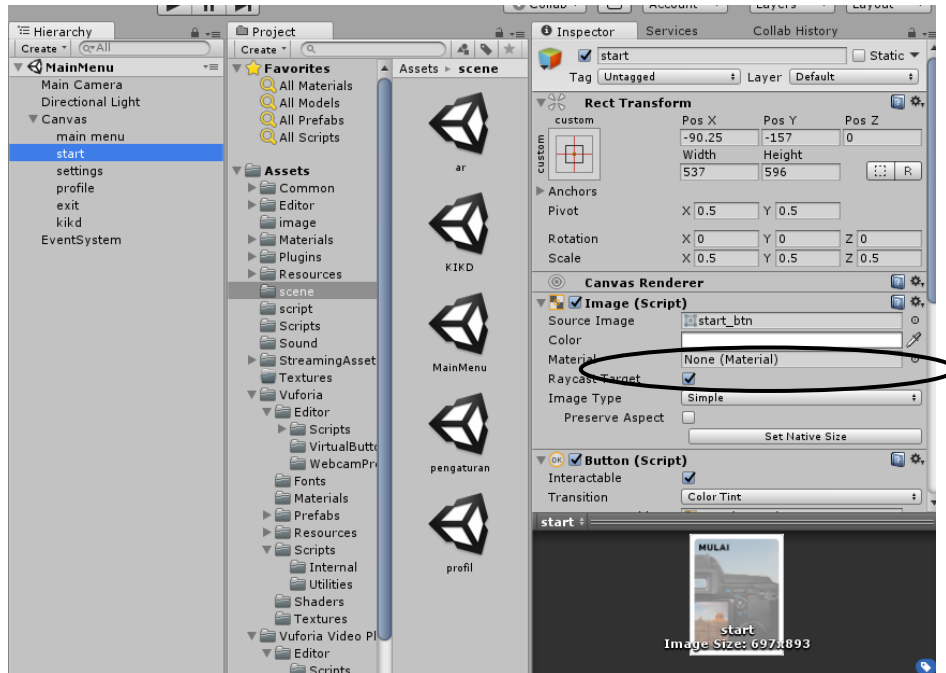
Gambar 60. Membuat Menu Utama

Lalu buatlah canvas pada hierarchy gameobject lalu klik kanan pada canvas dan pilih UI image sebagai background menu utama, ulangi hal tersebut namun yang kita pilih sekarang UI button ,buatlah 4 button yang akan menjadi tombol KIKD,mulai,pengaturan, dan exit. Susun seperti gambar dibawah.



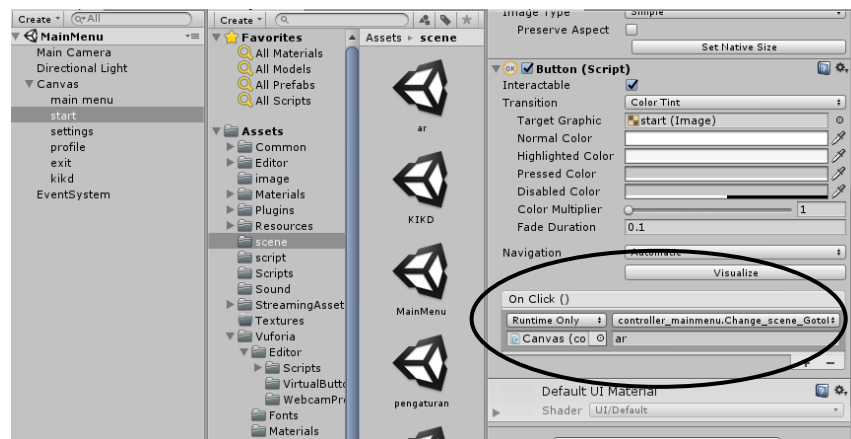
Gambar 61. UI Button

Lalu masukan sprite atau gambar yang telah kita buat sebelum nya kedalam image source pada tab inspector agar



Gambar 62. Image Source Tombol

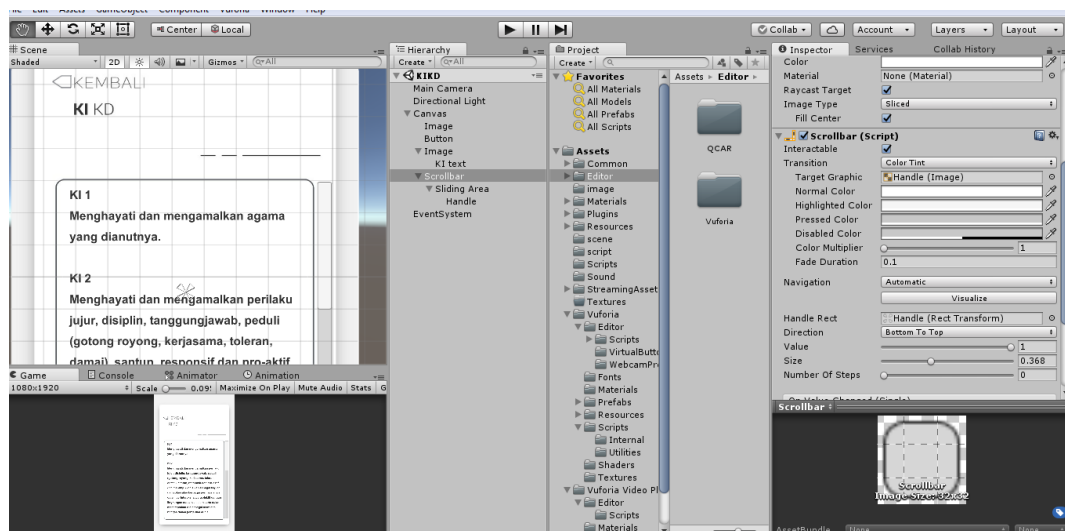
Lalu masukan script ke canvas seperti saat kita membuat fungsi tombol pada halaman A.R kamera tadi, lalu setting inspector tombol nya seperti gambar dibawah. Sampai proses ini kita sudah selesai membuat halaman menu



Gambar 63. Setting Tombol

4) Membuat Halaman KIKD

Untuk membuat halaman KIKD, kita perlu melakukan langkah-langkah seperti pada halaman menu utama. Kita akan membuat scene lalu beri nama KIKD, setelah selesai dibuat kita buat lagi canvas. Pada canvas buat UI image, Button, dan Scrollbar, button dibuat untuk navigasi kembali ke menu utama sedangkan scrollbar untuk membantu tampilan text agar bisa diinput banyak dan dibaca dengan jelas. Masukkan script pada halaman kikd yang ingin dibuat lalu masukkan juga script pada *button back* untuk kembali ke menu awal.

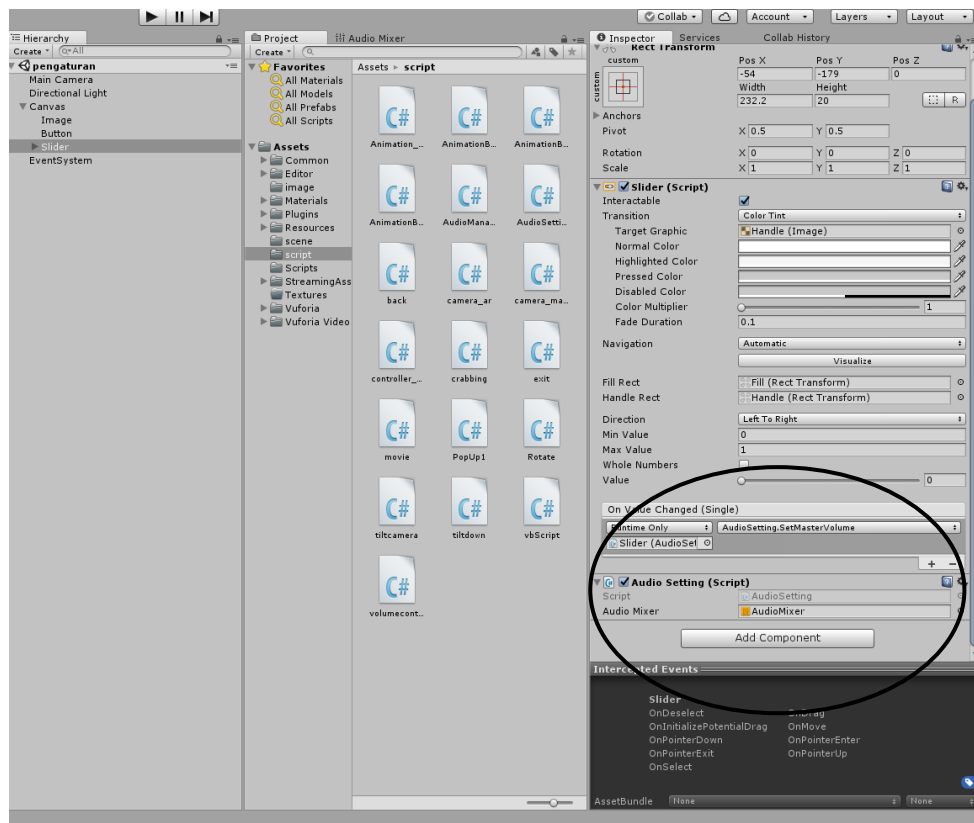


Gambar 64. Menu KIKD

5) Membuat Halaman Pengaturan

Untuk membuat halaman pengaturan, sama saat kita membuat halaman menu utama kita buat dulu scene nya lalu kita beri nama pengaturan. Setelah selesai dibuat kita buat lagi canvas, lalu kita klik kanan pada canvas lalu buat UI image ,button ,dan slider. Button disini untuk navigasi kembali ke menu utama sedangkan slider untuk mengatur volume ,yang telah kita buat di A.R kamera tadi. Setelah kita masukan source image pada masing masing UI yang

telah kita buat tadi ,lalu kita masukan script yang kita buat ke slider dan setting seperti pada gambar dibawah ini, masukan juga audio mixer ke inspector slider. Sampai tahap ini kita sudah hampir selesai membuat halaman pengaturan, tinggal memasukan script ke tombol *back* agar dapat kembali ke menu awal.

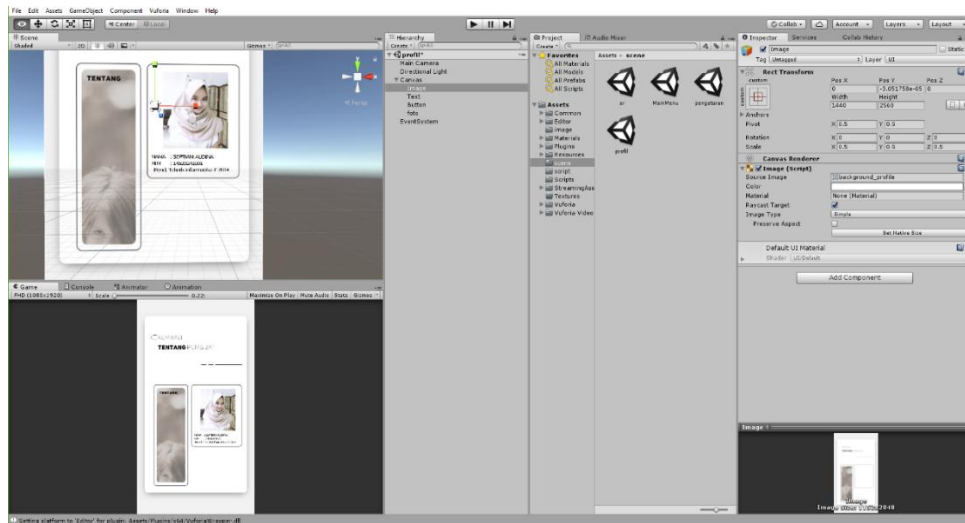


Gambar 65. Setting Slider

6) Membuat Halaman Profil

Selanjut nya kita membuat halaman profil Halaman profil dibuat seperti pada halaman pengaturan, yaitu kita membuat scene dengan nama profil lalu canvas, klik kanan pada canvas kita buat UI image serta button. Karena profil ini hanya menampilkan image saja maka kita tidak perlu menambahkan apa apa lagi, susun seperti gambar dibawah ini dan masukan source image nya

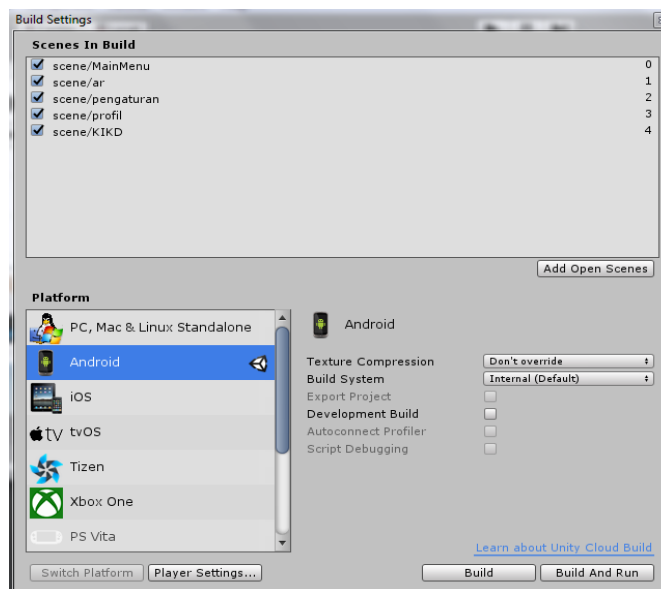
pada masing masing UI. Dan masukan script pada *button back* agar bisa kembali ke menu awal.



Gambar 66. Menu Profil

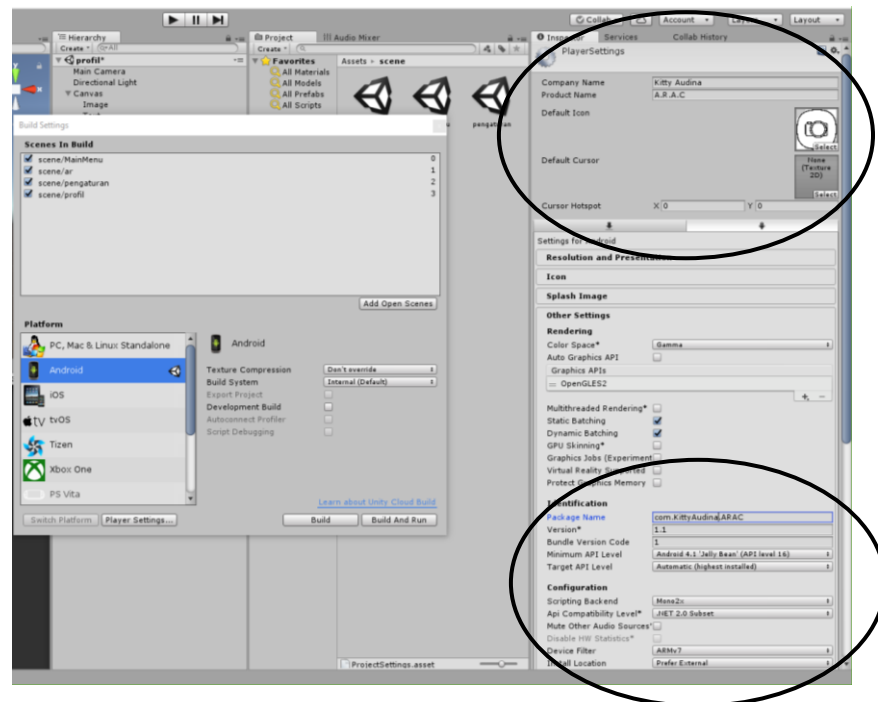
7) Export Aplikasi

Setelah aplikasi selesai dibuat maka kita akan membuild nya ke android dengan cara klik file build setting, lalu klik add open scene sehingga scene yang kita buat bisa ke build.



Gambar 67. Build Setting

Pilih Android lalu klik player setting sehingga masuk ke menu inspector seperti ini, masukan logo aplikasi. Lalu klik build, selesai.



Gambar 68. Build Inspector

4. Pengujian

a. Aspek Ahli Materi

Ahli materi dilakukan oleh satu guru SMK N 7 Yogyakarta, yakni Bapak Wuryadi S,Pd sebagai guru multimedia dan satu dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika, yakni Bapak Ponco Wali Pranoto M,Pd sebagai dosen multimedia. Pengujian yang dilakukan menggunakan angket yang berkaitan dengan kesesuaian konten. Hasil pengujian ahli materi dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Ringkasan hasil Uji Ahli Materi

NO	NAMA RESPONDEN	NOMOR PERTANYAAN ASPEK AHLI MATERI															JML	JUMLAH MAX
		ASPEK UMUM			ASPEK PEMBELAJARAN								ASPEK SUBSTANSI MATERI					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	Wuryadi Basuki S,Pd	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5	71	75
2	Ponco Wali Pranoto M,Pd	4	3	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	63	75
JUMLAH																	134	150

Tabel Hasil Uji Validasi Materi diatas menunjukkan hasil pengujian secara internal kesesuaian konten aplikasi dengan sumber materi. Berdasarkan hasil pengujian tersebut maka dapat diperoleh persentase kelayakan untuk Uji Materi sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Presentasi Kelayakan (\%)} &= \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100 \% \\
 &= \frac{134}{150} \times 100 \% \\
 &= 89,3 \%
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan persentase kelayakan adalah 89,3%, sehingga disimpulkan bahwa materi dalam Media Pembelajaran ARCAM dinyatakan **"Sangat Layak"**. Sangat layak di sini maksudnya adalah seluruh konten media pembelajaran yang terdiri dari materi pergerakan kamera sesuai dengan sumber materi.

b. Aspek Functional Suitability

Pengujian *Functional* diujicobakan pada dua orang ahli dalam multimedia yakni Bapak Wuryadi Basuki S,pd selaku guru multimedia di SMK N 7 Yogyakarta dan Saudara Hilarius Wira Widya Iswara S,pd selaku Praktisi TI.

Instrumen ini digunakan untuk mewakili sub karakteristik *suitability*. Hasil dari pengujian *functional* terdapat pada Tabel 10, sebagai berikut:

Tabel 10. Ringkasan Hasil Uji *Functional Suitability*

NO	FITUR	SKOR YANG DIPEROLEH			
		AHLI 1	AHLI 2	JML	SKOR MAX
1	Menampilkan halaman KIKD	2	2	4	4
2	Menampilkan halaman AR	1	1	2	2
3	Menampilkan visualisasi teknik pergerakan kamera	7	7	14	14
4	Menampilkan halaman pengaturan	2	2	4	4
5	Menampilkan halaman profil	2	2	4	4
6	Keluar dari Aplikasi	1	1	2	2
JUMLAH				30	30

Tabel Hasil Uji *Functional Suitability* diatas menunjukkan hasil pengujian aplikasi yang digunakan oleh dua orang ahli. Berdasarkan hasil pengujian *fuctional suitability* tersebut maka diperoleh persentase kelayakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Presentasi Kelayakan (\%)} &= \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\% \\
 &= \frac{30}{30} \times 100 \% \\
 &= 100 \%
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan persentase kelayakan adalah 100 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh fitur aplikasi 100% dapat berjalan dengan baik. Berdasarkan hasil perhitungan persentase kelayakan tersebut, kualitas aplikasi dari sisi *functional suitability* memiliki nilai "**Sangat Layak**". Meskipun 100 % dapat berjalan baik, ada beberapa saran dari para ahli agar aplikasi yang

dikembangkan dapat lebih sempurna. Saran dari para ahli tersebut antara lain sebagai berikut.

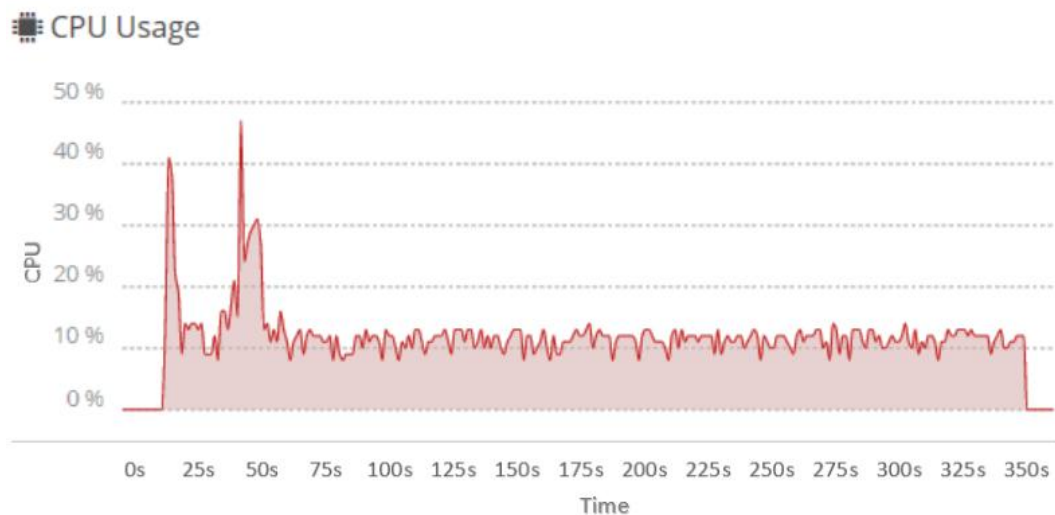
- 1) Tombol yang ada dilayar grafisnya sudah baik tetapi secara fungsi tombolnya diperbesar.
- 2) Barcode sebaiknya hanya digunakan untuk membuka aplikasi pertama kali sehingga user lebih mudah.
- 3) Tambahkan menu untuk referensi buku yang digunakan

c. Aspek Efficiency

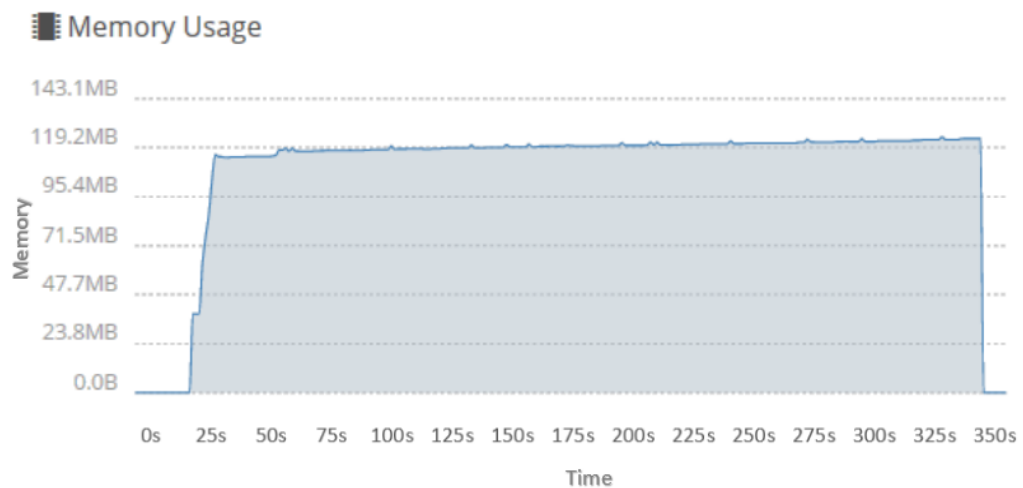
Pada pengujian *efficiency* menggunakan, aspek yang diamati yaitu penggunaan CPU dan *memory*. *Tools* yang digunakan untuk pengujian *performance efficiency* yaitu Testdroid dengan dijalankan pada *device* LG Google Nexus versi android 6.0.

1) CPU dan *Memory*

pengujian aspek memory dan CPU , pengukuran dilakukan selama eksekusi pengujian berlangsung. Penggunaan memory yang ditampilkan merupakan memory yang digunakan oleh sistem untuk menjalankan aplikasi. Sedangkan, persentase penggunaan CPU menunjukkan seberapa besar kinerja CPU dalam menjalankan aplikasi. Berdasarkan perhitungan pada tools TestDroid didapatkan hasil perhitungan penggunaan memory dan CPU sebagai berikut:



Gambar 69. Grafik Penggunaan CPU pada aplikasi



Gambar 70. Grafik Penggunaan Memory pada aplikasi

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui seberapa besar penggunaan memory pada eksekusi pengujian. Dalam pengujian tersebut memang terlihat penggunaan memory cukup besar. Hal ini disebabkan karena adanya animasi/simulasi di dalam program. Selain itu disebabkan oleh keterbatasan software pengembang aplikasi yaitu Unity 3D yang masih mempunyai kelemahan dalam besarnya penggunaan memory. Akan tetapi meskipun penggunaan memory dalam aplikasi cukup besar, aplikasi ini berjalan tanpa

mengalami kekurangan memory yang menyebabkan aplikasi berhenti karena terjadi memory leak. Sedangkan untuk aspek CPU, berdasarkan grafik di atas penggunaan CPU pada awal penggunaan aplikasi mengalami kenaikan sebesar 45% dikarenakan pada aplikasi sedang melakukan *load* data pada aplikasi setelah *splashscreen*, namun setelah itu grafik terlihat stabil berkisar 1%–12%. Angka tersebut masih berada di bawah batas aman yang ditetapkan oleh Little Eye (mobile app analysis tools) yaitu 15%. Sehingga dapat disimpulkan hasil pada pengujian *efficiency*, aplikasi “ARCAM” memiliki tingkat *efficiency* yang **“Layak”**.

d. Aspek Compatability

Pada pengujian *compatibility* dilakukan pengujian dengan menjalankan aplikasi “ARCAM” pada lima perangkat *smartphone* sebagai sampel dengan resolusi layar yang berbeda dan sistem Android yang berbeda. Berikut tabel hasil pengujian *compatability* pada tabel 11 dan hasil dari percobaan aplikasi pada lampiran.

Tabel 11. Ringkasan hasil Uji *Compatability*

No	Perangkat	Versi Android	Resolusi Layar	Berhasil	Gagal
1	Samsung Grand Prime	5.0.2 (Lollipop)	540 x 960 pixels	√	
2	OPPO Neo7	5.1 (Lollipop)	540 x 960 pixels	√	
3	Lenovo 1000m	5.0 (Lollipop)	480 x 800 pixels	√	
4	OPPO A57	6.0 (Marshmallow)	720 x 1280 pixels	√	
5	ASUS Zenfone Laser 2	6.0 (Marshmallow)	720 x 1280 pixels	√	

Tabel Hasil Uji *compatability* diatas menunjukkan hasil pengujian aplikasi yang dicobakan pada lima perangkat *smartphone*. Berdasarkan hasil pengujian *compatability* tersebut maka diperoleh persentase kelayakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Presentasi Kelayakan (\%)} &= \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100 \% \\ &= \frac{5}{5} \times 100 \% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan persentase kelayakan adalah 100 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi dapat digunakan dengan baik 100% diberbagai perangkat. Berdasarkan hasil perhitungan persentase kelayakan tersebut, kualitas aplikasi dari sisi *compatability* memiliki nilai "**Sangat Layak**".

e. Aspek Usability

Pengujian *usability* dilakukan kepada siswa kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta sejumlah 31 siswa dengan mencoba aplikasi. Setelah siswa selesai mencoba aplikasi, peneliti membagikan kuisisioner untuk menilai aplikasi ini layak atau tidak. Hasil pengujian *usability* terdapat pada lampiran .

Nilai total yang didapatkan yaitu 3096, sedangkan nilai maksimal untuk tiap pernyataan adalah 4 (Sangat Setuju), sehingga dapat diperoleh total maksimal adalah 3720. Nilai maksimal tersebut diperoleh dari hasil perkalian jumlah responden, jumlah pernyataan dan nilai maksimal tiap pernyataan yaitu $31 \times 30 \times 4 = 3720$.

Setelah menentukan nilai maksimal, maka untuk presentase kelayakan *usability* secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

$$\text{Presentasi Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

$$= \frac{3096}{3720} \times 100 \%$$

$$= 83,2 \%$$

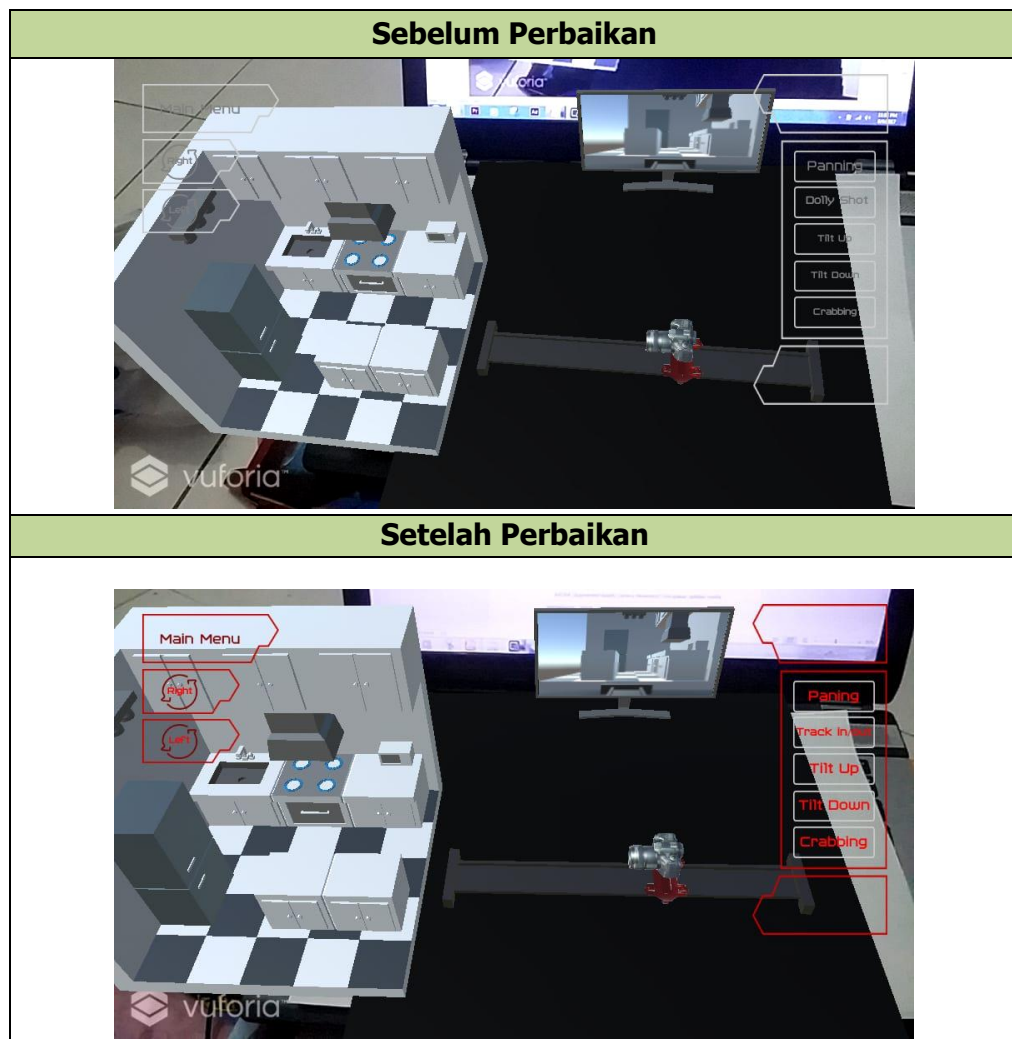
Berdasarkan hasil observasi , dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran "ARCAM" memenuhi standar *usability*, yakni sebesar 83,2% dan mendapatkan kelayakan "**Sangat Layak**". Secara bertahap masukan dari user terhadap aplikasi diperbaiki sehingga media pembelajaran "ARCAM" mendapatkan kelayakan yang maksimal.

5. Pemeliharaan (*maintenance*)

Setelah melakukan empat tahapan sebelumnya diperoleh evaluasi, kemudian dilakukan revisi atau perbaikan terhadap media pembelajaran yang dikembangkan baik dari sisi media maupun materi sesuai dengan saran yang telah diberikan. Adapun perbaikan yang dilakukan adalah sebagai berikut: (1) mengganti istilah *dolly shot* menjadi *Track in/out*; (2) mengubah warna button pada menu AR; (3) mengganti tampilan pada menu Profil; (4) menambahkan menu kuis.

Terdapat perbedaan penggunaan penyebutan *dolly shot* atau *track in/out* pada buku panduan pembelajaran dengan istilah di dunia kerja. Oleh karena itu, diperbaiki sesuai dengan saran dari guru multimedia, yaitu menggunakan istilah *track in/out* saja agar siswa lebih paham dan mengenal istilah pada saat di dunia kerja.

Terdapat perbaikan pada *User Interface*, yaitu mengubah warna *button* pada menu Mulai (AR). Perbaikan dilakukan untuk memperjelas tampilan agar lebih mudah terbaca oleh *user*. Perbaikan tersebut dapat dilihat pada Gambar 71.



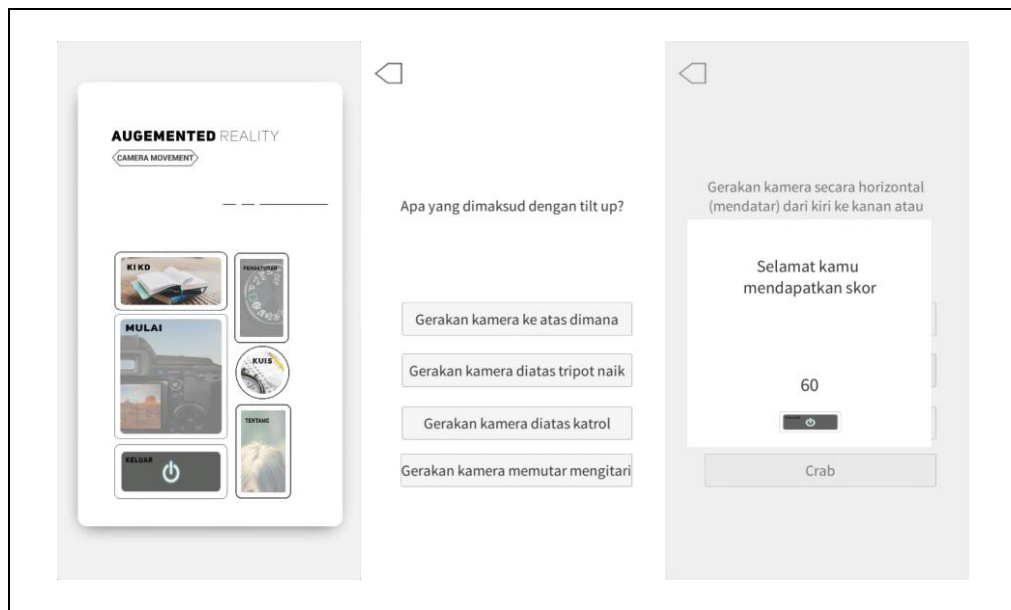
Gambar 71. Perbaikan warna button

Penggantian tampilan pada menu profil/tentang sesuai dengan saran dari penguji karena tampilan tidak lengkap dan belum sesuai untuk dijadikan profil pada tugas akhir skripsi. Perbaikan tersebut dapat dilihat pada Gambar 72.



Gambar 72. Perbaikan tampilan Profil

Penambahan menu kuis pada media sesuai dengan saran penguji karena untuk kriteria sebuah media pembelajaran diperlukan adanya kuis/soal didalamnya. Menu kuis terdiri dari 10 Soal mengenai materi teknik pergerakan kamera untuk nilai maksimal yang didapatkan ketika siswa menjawab semua jawaban dengan benar adalah 100, untuk tampilan menu kuis dapat dilihat pada gambar 73.



Gambar 73. Tampilan Menu Kuis

B. Pembahasan

ARCAM (*Augmented Reality Camera Movement*) merupakan aplikasi media pembelajaran teknik pergerakan kamera dalam mata pelajaran teknik pengambilan gambar bergerak untuk siswa Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta. Aplikasi ini berbasis Android dan menggunakan teknologi *Augmented Reality* dengan model *marker based tracking*. Aplikasi ini telah melalui seluruh tahap pengembangan dimulai dari analisis (*analysis*), desain (*design*), implementasi kode program, pengujian dan pemeliharaan (*maintenance*).

Tahap analisis adalah tahap sebelum aplikasi dibangun dan dikembangkan secara teknis. Tahap ini dilaksanakan dengan melakukan observasi langsung ke sekolah dengan memperhatikan permasalahan yang ada dalam proses pembelajaran, menentukan produk yang akan dikembangkan, menentukan spesifikasi produk yang akan dikembangkan, dan analisis kebutuhan perangkat lunak yang akan dikembangkan. Untuk memperkuat informasi pada tahap ini

dilakukan juga wawancara dengan guru mata pelajaran teknik pengambilan gambar bergerak di SMK N 7 Yogyakarta guna mengumpulkan apa saja yang diperlukan dalam aplikasi yang akan dikembangkan.

Tahap kedua adalah desain, yang pertama dilakukan adalah membuat desain *Unified Modelling Language* (UML) yang terdiri dari *use case diagram*, *activity diagram*, dan *sequence diagram* sesuai dengan fitur yang akan dikembangkan. Langkah berikutnya yaitu membuat *storyboard* sebagai alur dari jalannya aplikasi, langkah ketiga yaitu membuat desain *User Interface* dari aplikasi dan langkah terakhir pada tahap ini yaitu memilih konten apa saja yang sesuai dengan fitur yang harus dikembangkan.

Tahap ketiga adalah implementasi kode program, yaitu pengembang mengimplementasikan dan mengaplikasikan desain yang telah dibuat sebelumnya. Aplikasi ARCAM dibangun dengan menggunakan UNITY 3D.

Tahap keempat dari pembuatan aplikasi ini yaitu pengujian, setelah sebuah aplikasi *Android*, aplikasi ARCAM diuji berdasarkan *ISO/IEC 25010*. Pengujian meliputi *functional suitability*, *efficiency*, *compatibility*, dan *usability*, serta uji materi untuk menguji kesesuaian materi dalam aplikasi dengan sumber materi yang digunakan. Secara terperinci, ringkasan hasil pengujian aplikasi tersaji pada tabel 12.

Tahap kelima adalah pemeliharaan, setelah dilakukan empat tahap sebelumnya didapatkan evaluasi kemudian dilakukan revisi atau perbaikan terhadap media pembelajaran yang dikembangkan baik dari sisi media maupun materi sesuai dengan saran yang telah diberikan.

Tabel 12. Ringkasan Hasil Pengujian Aplikasi ARCAM

No	Aspek	Hasil	Kategori
1	Uji Materi	Materi pergerakan kamera pada mata pelajaran teknik pengambilan gambar bergerak sudah sesuai dengan sumber materi	Sangat Layak
2	<i>Functional Suitability</i>	Seluruh fungsi dalam aplikasi ini dapat berjalan 100%	Sangat Layak
3	<i>Efficiency</i>	<p>Penggunaan memory cukup besar namun tidak terjadi <i>memory leak</i> yang menyebabkan aplikasi berhenti.</p> <p>Penggunaan CPU pada awal penggunaan aplikasi mengalami kenaikan sebesar 45% namun setelah itu dari penggunaan kembali stabil dengan presentase 1% - 12% yang mana angka tersebut dibawah batas aman yang ditetapkan oleh <i>Little Eye (mobile app analysis tools)</i> yaitu 15%.</p>	Layak
4	<i>Compatibility</i>	Dari percobaan pada 5 perangkat <i>smartphone</i> dengan layar dan versi android yang berbeda, aplikasi dapat dijalankan dengan baik	Sangat Layak
5	<i>Usability</i>	Aplikasi ARCAM memperoleh skor <i>usability</i> sebesar 83,2% setelah diuji oleh 31 siswa kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta	Sangat Layak

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. ARCAM (*Augmented reality camera movement*) merupakan media pembelajaran berbasis *Android* yang menggunakan teknologi *Augmented Reality* pada model *based tracking marker* yang sesuai dengan kondisi pembelajaran siswa yang dikembangkan menggunakan model *waterfall*, dengan tahapan yang pertama yaitu analisis, pada tahapan ini didapatkan kebutuhan apa saja yang diperlukan dalam perancangan dan pengembangan media. Pada tahapan kedua yaitu desain, pada tahapan ini menghasilkan berupa desain UML (*use case diagram, activity diagram, sequence diagram*), desain *Storyboard*, dan desain *User Interface*. Pada tahapan yang ketiga yaitu implementasi, pada tahapan ini dilakukan implementasi dengan mengaplikasikan desain yang telah dibuat ke dalam Unity 3D 5.6.1f1.
2. Pengujian kelayakan aplikasi ARCAM dilakukan menggunakan pengujian pada ahli materi dan empat dari delapan aspek dalam standar ISO 25010, yakni *functional suitability, performance efficiency, compatibility*, dan *usability*. Hasil uji kelayakan pada ahli materi mendapatkan nilai 89,3% dan

dinyatakan sangat layak untuk digunakan. Sedangkan pengujian kualitas ISO 25010 , pada pengujian *functional suitability* memperoleh nilai 100% dan memenuhi standar dalam kategori sangat layak. Hasil pengujian *performance efficiency* sudah memenuhi standar pada pemakaian memori karena tidak menyebabkan memori *leak* pada saat pemakaian serta penggunaan CPU hanya pada awal memiliki kenaikan sebesar 45% namun setelah itu penggunaan stabil dengan rata-rata berkisar 1-12% yang mana angka tersebut memenuhi standar yang ditetapkan *Little Eye* yaitu 15% sehingga untuk pengujian dinyatakan layak. Hasil pengujian aspek *compatibility* dengan 5 perangkat android yang berbeda memperoleh nilai 100% dan dinyatakan sangat layak. Hasil pengujian aspek *usability* oleh 31 siswa kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta diperoleh nilai 83,2% dengan kriteria sangat layak.

B. Keterbatasan Produk

Dari hasil implementasi, media ini memiliki beberapa keterbatasan produk yaitu sebagai berikut:

1. Materi hanya mencakup satu kompetensi dasar.
2. Aplikasi masih menggunakan metode *marker based tracking* sehingga tanpa marker aplikasi AR untuk simulasi kamera tidak bisa dijalankan.

C. Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Dari keterbatasan produk yang telah dijabarkan, berikut ini beberapa rekomendasi untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya:

1. Menambah kompetensi dasar yang berkaitan pada media pembelajaran sehingga peserta didik dapat mempelajari dengan detail beberapa kompetensi yang berkaitan dalam satu media.
2. Menggunakan metode *Augmented Reality* tanpa menggunakan *marker* (*Markerless Augmented Reality*) agar dapat melihat simulasi kapan saja tanpa menggunakan *marker*.

D. Saran

Pengembangan media pembelajaran ARCAM masih terdapat kekurangan, sehingga terdapat beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Bagi siswa, yaitu menggunakan media pembelajaran ini untuk memanfaatkan teknologi dengan adanya *smartphone* sebagai sarana belajar mandiri, baik dikelas maupun diluar kelas.
2. Bagi Guru, yaitu menggunakan media pembelajaran ini sebagai media untuk pembelajaran dikelas maupun diluar kelas.
3. Bagi penelitian selanjutnya, yaitu adanya penelitian pengembangan yang dilakukan dengan menambahkan metode, kompetensi dasar atau fitur-fitur yang lainnya serta pengaruhnya terhadap siswa seperti efektivitas penggunaan pada kegiatan pembelajaran atau menambah pengetahuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, Anal, & Sinha, Decadatta. (2013). Assesing the Quality of M-Learning Systems Using ISO/IEC 25010. International Jurnal. Volume-3 Number-3. Hlm. 71.
- Ansori, M. 2014. Implementasi Pembelajaran CORE (Connecting, Organizing, Reflecting, Extending) pada Materi Turunan Fungsi untuk Meningkatkan Aktivitas dan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI IPA 1 SMAN1 Jerowaru. Jurnal Media Pendidikan Matematika, vol. 2 (2) : 329-338
- Arikunto, Suharsimi.(2016). Prosedur Penelitian. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Arista, Pitra dana. (2016). Pengembangan Brosue Interaktif "Aryappi" Berbasis Augmented Reality Sebagai Media Iklan SMK YAPPI Wonosari [skripsi]. Yogyakarta (ID) : Universitas Negeri Yogyakarta
- Arsyad, A. (2013). Media Pembelajaran. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Azuma, R.T.(1997). A Survey of Augmented Reality. Presence, 6(4).
- Baksin, Askurifai.(2009).Videografi.Bandung:Tim Widya Padjadjaran
- Billinghurst, Mark .(2002). New Horizon For Learning : *Augmented Reality in Education*.USA
- Brown, Blain.(2016).Cinematography.USA:Focal Press
- Budiyanto, Slamet, 2012, Implementasi Sistem Pengenalan Wajah Sebagai Penghubung Jejaring Sosial: Penerapan Augmented Reality Sebagai Penampil Informasi Hasil Pengenalan Wajah Pada Perangkat Android, Skripsi (published), Program Studi Teknik Komputer, Universitas Indonesia.
- Burnette, Ed. (2009). Hello, Android :introducing Google's Mobile Development Platform 2nd Ed. USA. The Pragmatic Bookshelf
- Corral, L. R. (2013). A Software Assurance Model for Mobile Applications. Bolzano : University of Bozen.
- Daryanto.(2016).Media Pembelajaran.Yogyakarta: Penerbit Gava Media.

- Developers. (2017). Supporting Different Platform Versions. Diakses dari : <https://developer.android.com/training/basics/supporting-devices/platforms.html>. Pada tanggal 26 Januari 2018, jam 03.00 WIB.
- Eka, Yulius.(2014). Buku Pintar Pemrograman C#.Jakarta.PT Buku Seru.
- Fowler, Martin. (2005). UML Distilled 3th Ed. Panduan Singkat Bahasa Pemodelan Objek Standar Buku 1..Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Gwinner, C. (n.d). 5-Point vs 6-Point Likert Scales. Diakses dari http://www.infosurv.com/wp-content/uploads/2011/01/Likert_Scale_Debate.pdf. Pada 27 Januari 2018, Jam 12.00 WIB.
- Ismail ,dkk.(2017).*Development Of Electrical Discharge Machine Die Sinking Application Using Android Platform*.Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan (JPTK). Vol 23, NO.4
- Leacock, T. L., & Nesbit, J. C. (2007). A Framework for Evaluating the Quality of Multimedia Learning Resources.Educational Technology & Society, 10 (2), 44-59.
- Lee, W.-M. (2011). Beginning Android Application Development. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Lee, W. W., & Owens, D. L. (2004). Multimedia-Based Instructional Design, Second Edition. San Fransisco: John Wiley & Sons, Inc.
- Lund, A. M. (2001, February). Measuring Usability with the USE Questionnaire. Retrieved January 27, 2018, from Usability & User Experience: <http://hcibib.org/perlman/question.cgi?form=USE>. Diakses pada 27 Januari 2018.
- Mario Fernando Rentor. Rancang Bangun Perangkat Lunak Pengenalan Motif Batik Berbasis Augmented Reality.Yogyakarta: Universitas Atma JayaYogyakarta; 2013.
- Mustoliq,Sukir,&Chandra.(2007).Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Multimedia Pada Mata Kuliah Dasar Listrik.Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan (JPTK). Vol 16, No.1
- Neilsen, J. (2012). Usability 101: Introduction to Usability. Diakses dari : <http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>. Pada tanggal 26 Januari 2018, Jam 03.20 WIB

Niknejad, A. (2011). A Quality Evaluation of an Android Smartphone Application. Diakses dari : https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/26728/1/gupea_2077_26728_1.pdf. Pada tanggal 26 Januari 2018, Jam 02.00 WIB.

Permendiknas No. 41 tahun 2007.

Pressman, Roger S. (2010). Rekayasa Perangkat Lunak. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Pressman, Roger S. (2012). Rekayasa Perangkat Lunak : Pendekatan Praktisi Edisi 7 Buku 1. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Preston, C. C., & Colman, A. (2000). Optimal Number Of Response Categories In Rating Scales: Reliability, Validity, Discriminating Power, And Respondent Preferences. Diakses dari : <http://www.rangevoting.org/optinumb.pdf>. Pada tanggal 27 Januari 2018, Jam 01.20 WIB.

Prihantoro Dhika.(2013). Aplikasi 3D Interaktif Berbasis Teknologi Augmented Reality. Solo: Buku AR Online.

Qualcomm. (2012). Vuforia Augmented Reality SDK. Diakses dari : <https://developer.qualcomm.com/software/vuforia-augmented-reality-sdk>. Pada tanggal 20 Januari 2018, Jam 08.00 WIB.

Ramadar, Pelsri. 2014. N.S Flartoolkit | Flash Augmented Reality Alt Actionsript. Buku AR Online, Solo.

Rosa, A.S & Shalahuddin, M. (2016). Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek. Bandung: Informatika.

Sudaryono, Guritno, & Rahardja, A. (2011). Theory and Application of IT Research (Metodologi Penelitian Teknologi Informasi). Yogyakarta: Andi.

Sugiarti, Yuni. (2013). Analisis dan Perancangan UML (United Modelling Language) Generated VB.6.Yogyakarta.Graha Ilmu.

Sugiyono. (2012). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, R&D. Bandung: Alfabeta

Suparno, Paul, Filsafat Konstruktivisme Dalam Pendidikan, Yogyakarta: Kanisius, 1997.

Susilana dan Ryana. (2009).Media Pembelajaran. Bandung:CV Wacana Prima.

Suyitno .(2016).Pengembangan Multimedia Interaktif Pengukuran Teknik Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMK.Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan (JPTK). Vol 23, No.1

Williams, L. (2006). Testing Overview and Black-Box Testing Techniques. Diakses dari : <http://agile.csc.ncsu.edu/SEMaterials/BlackBox.pdf>. Pada tanggal 25 Januari 2018, Jam 09.00 WIB.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keputusan Dekan

**KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
NOMOR : 73/PINF/PB/IV/2018**

**TENTANG
PENGANGKATAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SKRIPSI (TAS) MAHASISWA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran pelaksanaan kegiatan Tugas Akhir Skripsi (TAS) mahasiswa, dipandang perlu mengangkat dosen pembimbingnya;
b. bahwa untuk keperluan sebagaimana dimaksud pada huruf a perlu menetapkan Keputusan Dekan Tentang Pengangkatan Dosen Pembimbing Tugas Akhir Skripsi (TAS) Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Mengingat : 1. Undang-undang RI Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional (Lembaran Negara Tahun 2003 Nomor 78, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4301);
2. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2014 Tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi (Lembaran Negara Tahun 2014 Nomor 16, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5500);
3. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 93 Tahun 1999 Tentang Perubahan Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan menjadi Universitas;
4. Peraturan Mendiknas RI Nomor 23 Tahun 2011 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Negeri Yogyakarta;
5. Peraturan Mendiknas RI Nomor 34 Tahun 2011 Tentang Statuta Universitas Negeri Yogyakarta;
6. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 98/MPK.A4/KP/2013 Tentang Pengangkatan Rektor Universitas Negeri Yogyakarta;
7. Peraturan Rektor Nomor 2 Tahun 2014 tentang Peraturan Akademik;
8. Keputusan Rektor Nomor 800/UN.34/KP/2016 tahun 2016 tentang Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

MEMUTUSKAN

Menetapkan : **KEPUTUSAN DEKAN TENTANG PENGANGKATAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SKRIPSI (TAS) FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA.**

PERTAMA : Mengangkat Saudara :

Nama : Dr. Priyanto, M.Kom.
NIP : 19620625 198503 1 002
Pangkat/Golongan : Penata Tk.I , III/d
Jabatan Akademik : Lektor

sebagai Dosen Pembimbing Untuk mahasiswa penyusun Tugas Akhir Skripsi (TAS) :

Nama : Septiani Audina
NIM : 14520241001
Prodi Studi : Pend. Teknik Informatika - S1
Judul Skripsi/TA : Pengembangan aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D augmented reality sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar untuk kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta

- KEDUA : Dosen Pembimbing sebagaimana dimaksud dalam Diktum PERTAMA bertugas merencanakan, mempersiapkan, melaksanakan, dan mempertanggungjawabkan pelaksanaan kegiatan bimbingan terhadap mahasiswa sebagaimana dimaksud dalam Diktum PERTAMA sampai mahasiswa dimaksud dinyatakan lulus.
- KETIGA : Biaya yang diperlukan dengan adanya Keputusan ini dibebankan pada Anggaran DIPA Universitas Negeri Yogyakarta Tahun 2018.
- KEEMPAT : Keputusan ini berlaku sejak tanggal 3 April 2018.

Tembusan Keputusan Dekan ini disampaikan kepada :

1. Para Wakil Dekan Fakultas Teknik;
 2. Kepala Bagian Tata Usaha Fakultas Teknik;
 3. Kepala Subbagian Keuangan dan Akuntansi Fakultas Teknik;
 4. Kepala Subbagian Pendidikan Fakultas Teknik;
 5. Mahasiswa yang bersangkutan;
- Universitas Negeri Yogyakarta.

Ditetapkan di : Yogyakarta
Pada tanggal : 3 April 2018

DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA,



Dr. Drs. WIDARTO, M.Pd.
NIP. 19631230 198812 1 001

Lampiran 2. Surat Permohonan Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281
Telp. (0274) 586168 psw. 276.289.292 (0274) 586734 Fax. (0274) 586734
Laman: ft.uny.ac.id E-mail: ft@uny.ac.id, teknik@uny.ac.id

Nomor : 332/UN34.15/LT/2018
Lamp. : 1 Bendel Proposal
Hal : Izin Penelitian

24 April 2018

Yth. 1. Gubernur Provinsi DIY c.q. Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Provinsi DIY
2. Kepala SMKN 7 YOGYAKARTA
Jl. Gowongan Kidul Jt. III/416 Yogyakarta

Kami sampaikan dengan hormat, bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Septiani Audina
NIM : 14520241001
Program Studi : Pend. Teknik Informatika - S1
Judul Tugas Akhir : PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA
SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR
BERGERAK UNTUK KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7
YOGYAKARTA
Tujuan : Memohon izin mencari data untuk penulisan Tugas Akhir Skripsi (TAS)
Waktu Penelitian : 8 April - 23 Juni 2018

Untuk dapat terlaksananya maksud tersebut, kami mohon dengan hormat Bapak/Ibu berkenan memberi izin dan bantuan seperlunya.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Drs. Widarto, M.Pd.
NIP. 19631230 198812 1 001

Tembusan :
1. Sub. Bagian Pendidikan dan Kemahasiswaan ;
2. Mahasiswa yang bersangkutan.

Lampiran 3. Surat Rekomendasi Penelitian Badan Kesbangpol DIY



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK
Jl. Jenderal Sudirman No 5 Yogyakarta - 55233
Telepon : (0274) 551136, 551275, Fax (0274) 551137

Yogyakarta, 25 April 2018

Kepada Yth

Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda,
dan Olahraga DIY

Di Yogyakarta

Nomor : 074/5310/Kesbangpol/2018
Perihal : Rekomendasi Penelitian

Memperhatikan surat :

Dari : Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
Nomor : 332/UN34.16/LT/2018
Tanggal : 24 April 2018
Perihal : Izin Penelitian

Setelah mempelajari surat permohonan dan proposal yang diajukan, maka dapat diberikan surat rekomendasi tidak keberatan untuk melaksanakan riset/penelitian dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul proposal: "PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR BERGERAK UNTUK KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7 YOGYAKARTA" kepada :

Nama : SEPTIANI AUDINA
NIM : 14520241001
No. HP/Identitas : 082138198817 / 1674024909960004
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Informatika Pendidikan Elektronika dan Informatika

Fakultas/PT : Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
Lokasi Penelitian : SMK NEGERI 7 YOGYAKARTA
Waktu Penelitian : 25 April 2018 s.d. 23 Juni 2018

Sehubungan dengan maksud tersebut, diharapkan agar pihak yang terkait dapat memberikan bantuan / fasilitas yang dibutuhkan.

Kepada yang bersangkutan diwajibkan :

1. Menghormati dan mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di wilayah riset/penelitian;
2. Tidak dibenarkan melakukan riset/penelitian yang tidak sesuai atau tidak ada kaitannya dengan judul riset/penelitian dimaksud;
3. Menyerahkan hasil riset/penelitian kepada Badan Kesbangpol DIY selambat-lambatnya 6 bulan setelah penelitian dilaksanakan;
4. Surat rekomendasi ini dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat rekomendasi sebelumnya, paling lambat 7 (tujuh) hari kerja sebelum berakhirnya surat rekomendasi ini.

Rekomendasi Izin Riset/Penelitian ini dinyatakan tidak berlaku, apabila ternyata pemegang tidak mentaati ketentuan tersebut di atas.

Demikian untuk menjadikan maklum.



Tembusan disampaikan Kepada Yth :

1. Gubernur DIY (sebagai laporan)
2. Dekan Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Yogyakarta
3. Yang bersangkutan.

Lampiran 4. Surat Rekomendasi Penelitian Dinas Dikpora DIY



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA, DAN OLAHRAGA
Jalan Cendana No. 9 Yogyakarta, Telepon (0274) 541322, Fax. 541322
web : www.dikpora.jogjapro.go.id, email : dikpora@jogjapro.go.id, Kode Pos 55166

Yogyakarta, 25 April 2018

Nomor : 070/4769
Lamp : -
Hal : Rekomendasi Penelitian

Kepada Yth.
Kepala SMK Negeri 7 Yogyakarta

Dengan hormat, memperhatikan surat dari Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Pemerintah Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta nomor: 074/5310/Kesbangpol/2018 tanggal 25 April 2018 perihal Rekomendasi Penelitian, kami sampaikan bahwa Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga DIY memberikan ijin rekomendasi penelitian kepada:

Nama : Septiani Audina
NIM : 14520241001
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Informatika/ Pendidikan Elektronika dan Informatika
Fakultas : Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
Judul : PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR BERGERAK UNTUK KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7 YOGYAKARTA
Lokasi : SMK Negeri 7 Yogyakarta
Waktu : 25 April 2018 s.d 23 Juni 2018

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib mentaati ketentuan yang berlaku di lokasi penelitian.
2. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami menyampaikan terimakasih.

a.n Kepala
Plt. Kepala Bidang Perencanaan dan Standarisasi




Didik Wardaya, S.E., M.Pd.
NIM 19660530 198602 1 002

Tembusan Yth :

1. Kepala Dinas Dikpora DIY
2. Kepala Bidang Dikmenti Dikpora DIY

Lampiran 5. Surat Keterangan Penelitian oleh Sekolah

**PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA, DAN OLAHRAGA
SMK NEGERI 7 YOGYAKARTA
Jl. Gowongan Kidul Jt. III/416 Telp. (0274) 512403; Fax. (0274) 512403
E-mail: smknegeri7iogja@smkn7iogja.sch.id Website: www.smkn7iogja.sch.id
Kode Pos 55232

SURAT KETERANGAN
Nomor : 070 / 417

Kepala Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 7 Yogyakarta, menerangkan bahwa:

Nama	: SEPTIANI AUDINA
NIM	: 14520241001
Fakultas	: TEKNIK
Jurusan	: PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA DAN INFORMATIKA
Perguruan Tinggi	: UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Dosen Pembimbing	: Dr. Drs. PRIYANTO,M.Kom.
Guru Pembimbing SMK N 7 Yk.	: WURYADI BASUKI,S.Pd.


Telah melaksanakan observasi / survey / penelitian pada tanggal 25 April – 23 Juni 2018, dengan mengambil judul penelitian sebagai berikut :

“Pengembangan Aplikasi Teknik Pergerakan Kamera Sinematografi Berbasis 3D Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar Bergerak untuk Kelas XI Multimedia di SMK Negeri 7 Yogyakarta”

Demikian surat keterangan ini kami buat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 4 Mei 2018

Kepala Sekolah,


Dra. **ITIK KOMAH NURASTUTI**
NIP. 19611214 198602 2 001

Lampiran 6. Instrumen Penelitian

1. Instrumen *functional suitability*

No.	Fitur	Deskripsi	Langkah	Kegiatan	Hal yang diharapkan	Hasil keluaran	
						Berhasil	Gagal
1	Menampilkan halaman KIKD	Fitur untuk masuk ke halaman KIKD	1	Sentuh tombol KIKD pada <i>Home Page</i>	Halaman KIKD akan muncul		
			2	Sentuh tombol Kembali	Halaman akan kembali ke <i>Home Page</i>		
2	Menampilkan halaman AR	Fitur Untuk masuk ke halaman AR	1	Sentuh tombol Mulai pada <i>Home Page</i> lalu arahkan pada marker yang sudah disediakan	Halaman AR serta object 3D akan muncul		
3	Menampilkan visualisasi teknik pergerakan kamera	Fitur untuk menampilkan visualisasi teknik pergerakan kamera	1	Sentuh tombol "Panning"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio		
			2	Sentuh tombol "Dolly Shot"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio		
			3	Sentuh tombol "Tilt Up"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio		
			4	Sentuh tombol "Tilt Down"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio		
			5	Sentuh tombol "Crabbing"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio		
			6	Sentuh tombol "Right" dan "Left"	Object yang diambil dari kamera dapat bergeser ke kanan dan kiri		
			7	Sentuh tombol "Main menu"	Halaman akan kembali ke <i>Home Page</i>		

4	Menampilkan halaman pengaturan	Fitur untuk masuk ke halaman pengaturan	1	Sentuh tombol Pengaturan pada <i>Home Page</i>	Halaman akan menampilkan pengaturan volume yang bisa digunakan <i>user</i> untuk memperbesar atau memperkecil suara audio pada halaman AR		
			2	Sentuh tombol Kembali	Halaman akan kembali ke <i>Home Page</i>		
5	Menampilkan halaman Tentang	Fitur untuk masuk ke halaman tentang	1	Sentuh tombol Tentang pada <i>Home Page</i>	Halaman tentang akan muncul		
			2	Sentuh tombol Kembali	Halaman akan kembali ke <i>Home Page</i>		
6	Keluar dari Aplikasi	Fitur untuk keluar dari Aplikasi	1	Sentuh tombol "Keluar"	Halaman akan tertutup dan keluar dari aplikasi		

2. Instrumen Ahli Materi

No	Item	Skor				
		SB	B	C	K	SK
Aspek Umum						
1	Kreatif dan inovatif (baru, luwes, menarik, cerdas, unik dan tidak asal beda)					
2	Komunikatif (mudah dipahami serta menggunakan bahasa yang baik, dan efektif)					
3.	Unggul (memiliki kelebihan dibanding multimedia pembelajaran lain ataupun dengan cara konvensional)					
Aspek Pembelajaran						
4	Kejelasan tujuan pembelajaran					
5	Keterkaitan tujuan pembelajaran dengan SK/KD					

6	Ketepatan penggunaan strategi pembelajaran					
7	Interaktifitas					
8	Konstektualitas					
9	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran					
10	Kemudahan untuk dipahami					
11	Kejelasan pembahasan dan simulasi					
Aspek Substansi Materi						
12	Kebenaran materi secara teori dan konsep					
13	Ketepatan penggunaan istilah sesuai bidang keilmuan					
14	Kedalaman materi					
15	Aktualitas					

3. Instrumen Usabiity

No.	Indikator	Pertanyaan	SS	S	KS	TS
1.	Usefulness (kegunaan)	Media pembelajaran ini membantu saya menjadi lebih efektif.				
2.		Media pembelajaran ini membantu saya menjadi lebih produktif.				
3.		Media pembelajaran ini berguna.				
4.		Media pembelajaran ini memberikan saya <i>control</i> /lebih besar terhadap kegiatan dalam hidup saya.				
5.		Media pembelajaran ini membuat hal-hal yang ingin saya capai lebih mudah untuk dilakukan.				
6.		Media pembelajaran ini menghemat waktu saya ketika menggunakannya.				
7.		Media pembelajaran ini memnuhi kebutuhan saya.				
8.		Media pembelajaran ini melakukan apapun yang saya harapkan.				

9.	<i>Ease of use</i> (mudah dalam penggunaan)	Media pembelajaran ini mudah digunakan.				
10.		Media pembelajaran ini sederhana untuk digunakan.				
11.		Media pembelajaran ini <i>user friendly</i> .				
12.		Langkah-langkah pengoperasian media pembelajaran ini tidak rumit.				
13.		Media pembelajaran ini fleksibel.				
14.		Menggunakan media pembelajaran ini mudah.				
15.		Saya dapat menggunakannya tanpa interuksi tertulis.				
16.		Saya tidak menemukan ketidakkonsistenan dalam media pembelajaran ini.				
17.		Pengguna tinggi (guru) dan biasa (siswa) akan menyukai media pembelajaran ini.				
18.		Saya dapat mengatasi kesalahan dengan cepat dan mudah.				
19.		Saya dapat menggunakannya dengan lancar setiap saat.				
20.	<i>Ease of learning</i> (mudah untuk dipelajari)	Saya dapat belajar menggunakannya dengan cepat.				
21.		Saya mudah mengingat bagaimana menggunakannya.				
22.		Media pembelajaran ini mudah dipelajari dalam penggunaannya.				
23.		Saya dapat cepat dapat terampil dengan media pembelajaran ini.				
24.	<i>Satisfaction</i> (kepuasan)	Saya puas dengan media pembelajaran ini.				
25.		Saya akan merekomendasikan media pembelajaran ini kepada rekan.				
26.		Media pembelajaran ini menyenangkan.				
27.		Media pembelajaran ini sesuai dengan harapan saya.				
28.		Media pembelajaran ini luar biasa.				
29.		Saya merasa harus memiliki/ menggunakannya.				
30.		Media pembelajaran ini nyaman untuk digunakan.				

Lampiran 7. Surat Permohonan Validasi Instrumen

Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth,

Bapak Prof. Herman Dwi Surjono, Drs., M.Sc., MT., Ph.D.

Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika

Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

Nama : Septiani Audina

NIM : 14520241001

Program Studi : Pendidikan Teknik Informatika

Judul TAS : Pengembangan Aplikasi Teknik Pergerakan Kamera Sinematografi Berbasis 3D Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar Bergerak Untuk Kelas XI Multimedia di Smk N 7 Yogyakarta

Dengan hormat mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan validasi terhadap instrument penelitian TAS yang telah Saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, Bersama ini Saya lampirkan: (1) Proposal TAS, (2) Kisi-kisi instrumen penelitian TAS, (3) Draf instrumen penelitian TAS.

Demikian permohonan Saya, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terimakasih.

Yogyakarta, 17 April 2018

Pemohon,



Septiani Audina
NIM. 14520241001

Mengetahui,

Kaprodi Pendidikan Teknik Informatika,

Pembimbing TAS,



Handaru Jati, Ph.D
NIP.19740511 199903 1 002



Dr. Drs. Priyanto, M.Kom.
NIP. 19620625 198503 1 002

Lampiran 8. Surat Pernyataan Validasi Instrumen

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Prof. Herman Dwi Surjono, Drs., M.Sc., MT., Ph.D.
NIP : 19640205 198703 1 001
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika

Menyatakan bahwa Instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Septiani Audina
NIM : 14520241001
Program studi : Pengembangan Aplikasi Teknik Peergerakan Kamera
Sinematografi Berbasis 3D Augmented Reality sebagai
Media Pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar
Bergerak Kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta

Setelah dilakukan kajian atas instrument penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

☐ Layak digunakan untuk penelitian

☒ Layak digunakan untuk perbaikan

☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan dengan saran/ perbaikan
sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 19-4-2018
Validator,



Prof. Herman Dwi Surjono, Drs., M.Sc., MT., Ph.D.
NIP. 19640205 198703 1 001

Catatan:


☐ Beri tanda ✓

Lampiran 9. Hasil Validasi Instrumen Penelitian

HASIL VALIDASI INSTRUMEN PENELITIAN TAS

Nama : Septiani Audina NIM : 145262410001
Judul TAS : Pengembangan Aplikasi Teknik Pergerakan Kamera Sinematografi Berbasis 3D Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Teknik Pengambilan Gambar Bergerak Kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta

No	Variabel	Saran / Tanggapan
	usability	baik
	usability	baik
	pattern	baik
	Komentar Umum/Lain-lain : Setiap instrumen perlu ada kisi?	

Yogyakarta, 19-4-2018
Validator,

Prof. Herman Dwi Suriono, Drs., M.Sc., MT., Ph.D.
NIP. 19640205 198703 1 001

INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

AHLI MATERI

**PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA
SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR BERGERAK UNTUK
KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7 YOGYAKARTA**

Nama : Wuryadi Prasuki
Profesi : Desainer
Bidang Keahlian : Multimedia

Petunjuk Pengisian:

1. Bapak/ Ibu dimohon untuk memberi tanda centang (✓) pada pilihan SB, B, C, K, SK yang disediakan sesuai dengan pengujian aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D *augmented reality* sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak untuk kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta.

Kategori Pilihan.

SB jika **Sangat Baik**
B jika **Baik**
C jika **Cukup**
K jika **Kurang**
SK jika **Sangat Kurang**

2. Bapak/ibu dimohon untuk memberikan kesimpulan dengan cara melingkari pilihan kesimpulan yang telah disediakan.
3. Bapak/ibu dimohon untuk memberikan saran pada tempat yang disediakan

Instrumen Ahli Materi

No	Item	Skor				
		SB	B	C	K	SK
Aspek Umum						
1	Kreatif dan inovatif (baru, luwes, menarik, cerdas, unik dan tidak asal beda)	✓				
2	Komunikatif (mudah dipahami serta menggunakan bahasa yang baik, dan efektif)		✓			
3.	Unggul (memiliki kelebihan dibanding multimedia pembelajaran lain ataupun dengan cara konvensional)	✓				
Aspek Pembelajaran						
4	Kejelasan tujuan pembelajaran	✓				
5	Keterkaitan tujuan pembelajaran dengan SK/KD	✓				
6	Ketepatan penggunaan strategi pembelajaran	✓				
7	Interaktifitas	✓				
8	Kontekstualitas	✓				
9	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	✓				
10	Kemudahan untuk dipahami	✓				
11	Kejelasan pembahasan dan simulasi	✓				
Aspek Substansi Materi						
12	Kebenaran materi secara teori dan konsep		✓			
13	Ketepatan penggunaan istilah sesuai bidang keilmuan			✓		
14	Kedalaman materi	✓		✓		
15	Aktualitas					

Kesimpulan :

Menurut saya, aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D *augmented reality* sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak untuk kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta.

- a. Layak digunakan tanpa perbaikan
- ☒ b. Layak digunakan dengan perbaikan sesuai saran
- c. Tidak layak

Saran :

Dolly in/out. Sebaiknya diganti Track in/out.

Yogyakarta, 4 - 5 - 2018
Penguji,


.....

INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

AHLI MATERI

**PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA
SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR BERGERAK UNTUK
KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7 YOGYAKARTA**

Nama : Ponco Wali P
Profesi : Dosen
Bidang Keahlian : Multimedia

Petunjuk Pengisian:

1. Bapak/ ibu dimohon untuk memberi tanda centang (✓) pada pilihan SB, B, C, K, SK yang disediakan sesuai dengan pengujian aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D *augmented reality* sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak untuk kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta.

Kategori Pilihan.

SB jika **Sangat Baik**
B jika **Baik**
C jika **Cukup**
K jika **Kurang**
SK jika **Sangat Kurang**

2. Bapak/ibu dimohon untuk memberikan kesimpulan dengan cara melingkari pilihan kesimpulan yang telah disediakan.
3. Bapak/ibu dimohon untuk memberikan saran pada tempat yang disediakan

Instrumen Ahli Materi

No	Item	Skor				
		SB	B	C	K	SK
Aspek Umum						
1	Kreatif dan inovatif (baru, luwes, menarik, cerdas, unik dan tidak asal beda)		✓			
2	Komunikatif (mudah dipahami serta menggunakan bahasa yang baik, dan efektif)			✓		
3.	Unggul (memiliki kelebihan dibanding multimedia pembelajaran lain ataupun dengan cara konvensional)	✓				
Aspek Pembelajaran						
4	Kejelasan tujuan pembelajaran		✓			
5	Keterkaitan tujuan pembelajaran dengan SK/KD		✓			
6	Ketepatan penggunaan strategi pembelajaran		✓			
7	Interaktifitas		✓			
8	Kontekstualitas		✓			
9	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran		✓			
10	Kemudahan untuk dipahami	✓				
11	Kejelasan pembahasan dan simulasi	✓				
Aspek Substansi Materi						
12	Kebenaran materi secara teori dan konsep		✓			
13	Ketepatan penggunaan istilah sesuai bidang keilmuan	✓				
14	Kedalaman materi		✓			
15	Aktualitas		✓			

Kesimpulan :

Menurut saya, aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D *augmented reality* sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak untuk kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta.

- a. Layak digunakan tanpa perbaikan
- ☒ b. Layak digunakan dengan perbaikan sesuai saran
- c. Tidak layak

Saran :

Perbaikan rekaman suara.

Yogyakarta, 21/5/ 2018
Penguji,


ponco up

INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

FUNCTIONAL SUITABILITY

**PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA
SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR BERGERAK UNTUK
KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7 YOGYAKARTA**

Nama : Wuryat Basuki
Profesi : Desainer
Bidang Keahlian : Multimedia

Petunjuk Pengisian:

1. Bapak/ ibu dimohon untuk memberi tanda centang (✓) pada pilihan Berhasil atau Gagal yang disediakan pada tabel hasil keluaran sesuai dengan pengujian aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D *augmented reality* sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak untuk kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta.

Kategori Pilihan.

Berhasil = Fungsi berjalan dengan benar
Gagal = Fungsi tidak berjalan dengan benar

2. Bapak/ibu dimohon untuk memberikan kesimpulan dengan cara melingkari pilihan kesimpulan yang telah disediakan.
3. Bapak/ibu dimohon untuk memberikan saran pada tempat yang disediakan

No.	Fitur	Deskripsi	Langkah	Kegiatan	Hal yang diharapkan	Hasil keluaran	
						Berhasil	Gagal
1	Menampilkan halaman KIKD	Fitur untuk masuk ke halaman KIKD	1	Sentuh tombol KIKD pada <i>Home Page</i>	Halaman KIKD akan muncul	✓	
			2	Sentuh tombol Kembali	Halaman akan kembali ke <i>Home Page</i>	✓	

2	Menampilkan halaman AR	Fitur Untuk masuk ke halaman AR	1	Sentuh tombol Mulai pada <i>Home Page</i> lalu arahkan pada marker yang sudah diinstallkan	Halaman AR serta object 3D akan muncul	✓	
3	Menampilkan visualisasi teknik pergerakan kamera	Fitur untuk menampilkan visualisasi teknik pergerakan kamera	1	Sentuh tombol "Panning"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio	✓	
			2	Sentuh tombol "Dolly Shot"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio	✓	
			3	Sentuh tombol "Tilt Up"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio	✓	
			4	Sentuh tombol "Tilt Down"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio	✓	
			5	Sentuh tombol "Crabbing"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio	✓	
			6	Sentuh tombol "Right" dan "Left"	Object yang diambil dari kamera dapat bergeser ke kanan dan kiri	✓	
			7	Sentuh tombol "Main menu"	Halaman akan kembali ke <i>Home Page</i>	✓	
4	Menampilkan halaman pengaturan	Fitur untuk masuk ke halaman pengaturan	1	Sentuh tombol Pengaturan pada <i>Home Page</i>	Halaman akan menampilkan pengaturan volume yang bisa digunakan user untuk memperbesar atau memperkecil suara audio pada halaman AR	✓	

			2	Sentuh tombol Kembali	Halaman akan kembali ke Home Page		
5	Menampilkan halaman Tentang	Fitur untuk masuk ke halaman tentang	1	Sentuh tombol Tentang pada Home Page	Halaman tentang akan muncul	✓	
			2	Sentuh tombol Kembali	Halaman akan kembali ke Home Page	✓	
6	Keluar dari Aplikasi	Fitur untuk keluar dari Aplikasi	1	Sentuh tombol "Keluar"	Halaman akan tertutup dan keluar dari aplikasi	✓	

Kesimpulan :

Menurut saya, aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D *augmented reality* sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak untuk kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta.

- Layak digunakan tanpa perbaikan
- ☒ Layak digunakan dengan perbaikan sesuai saran
- Tidak layak

Saran :

- Tombol +6 ada di layar utamanya ok tapi karena fungsi di perbesar tombolnya.
- Barcode sebaiknya hanya digunakan untuk membuka aplikasi pertama kali sehingga User Friendly.

Yogyakarta, 4.5 - 2018
Penguji,

Wong Satrio
.....

INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

FUNCTIONAL SUITABILITY

**PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA
SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR BERGERAK UNTUK
KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7 YOGYAKARTA**

Nama : Hilarius Wira Widya Iswara, S.Pd.
Profesi : Praktisi IT
Bidang Keahlian : Multimedia

Petunjuk Pengisian:

1. Bapak/ibu dimohon untuk memberi tanda centang (✓) pada pilihan Berhasil atau Gagal yang disediakan pada tabel hasil keluaran sesuai dengan pengujian aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D *augmented reality* sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak untuk kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta.

Kategori Pilihan.

Berhasil = Fungsi berjalan dengan benar

Gagal = Fungsi tidak berjalan dengan benar

2. Bapak/ibu dimohon untuk memberikan kesimpulan dengan cara melingkari pilihan kesimpulan yang telah disediakan.
3. Bapak/ibu dimohon untuk memberikan saran pada tempat yang disediakan

No.	Fitur	Deskripsi	Langkah	Kegiatan	Hal yang diharapkan	Hasil keluaran	
						Berhasil	Gagal
1	Menampilkan halaman KIKD	Fitur untuk masuk ke halaman KIKD	1	Sentuh tombol KIKD pada <i>Home Page</i>	Halaman KIKD akan muncul	✓	
			2	Sentuh tombol Kembali	Halaman akan kembali ke <i>Home Page</i>	✓	

2	Menampil kan halaman AR	Fitur Untuk masuk ke halaman AR	1	Sentuh tombol <i>Home</i> pada <i>Home</i> <i>Page</i> lalu arahkan pada marker yang sudah disediakan	Halaman AR serta object 3D akan muncul	✓	
3	Menampil kan visualisasi teknik pergerakan kamera	Fitur untuk menampilka n visualisasi teknik pergerakan kamera	1	Sentuh tombol "Panning"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio	✓	
			2	Sentuh tombol "Dolly Shot"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio	✓	
			3	Sentuh tombol "Tilt Up"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio	✓	
			4	Sentuh tombol "Tilt Down"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio	✓	
			5	Sentuh tombol "Crebbing"	Object akan bergerak sesuai dengan pergerakan kamera dan penjelasan berupa audio	✓	
			6	Sentuh tombol "Right" dan "Left"	Object yang diambil dari kamera dapat bergeser ke kanan dan kiri	✓	
			7	Sentuh tombol "Main menu"	Halaman akan kembali ke <i>Home Page</i>	✓	
4	Menampil kan halaman pengatur an	Fitur untuk masuk ke halaman pengaturan	1	Sentuh tombol Pengaturan pada <i>Home</i> <i>Page</i>	Halaman akan menampilkan pengaturan volume yang bisa digunakan user untuk memperbesar atau memperkecil suara audio pada halaman AR	✓	

			2	Sentuh tombol Kembali	Halaman akan kembali ke Home Page	✓	
5	Menampilkan halaman Tentang	Fitur untuk masuk ke halaman tentang	1	Sentuh tombol Tentang pada Home Page	Halaman tentang akan muncul	✓	
			2	Sentuh tombol Kembali	Halaman akan kembali ke Home Page	✓	
6	Keluar dari Aplikasi	Fitur untuk keluar dari Aplikasi	1	Sentuh tombol "Keluar"	Halaman akan tertutup dan keluar dari aplikasi	✓	

Kesimpulan :

Menurut saya, aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D *augmented reality* sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak untuk kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta.

- Layak digunakan tanpa perbaikan
- Layak digunakan dengan perbaikan sesuai saran
- Tidak layak

Saran :

- Tambah menu referensi.



























- Tombol fungsi back diperbesar.






Yogyakarta, 21 Mei 2018
Penguji,



Hilarius Wira Widya Iswara, S.Pd.

PRESENSI KEHADIRAN
UJI USABILITY OLEH SISWA
PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA
SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR BERGERAK UNTUK
KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7 YOGYAKARTA

NO	NAMA	TANDA TANGAN
1	Annisa Nadia E P	
2	Atsalco Amanah	
3	Jessica Elfiani	
4	Laksono Ag. N	
5	Rifky Al Ridhan	
6	Alexandro Rendi S	
7	Rahmalla Fatchintul Jannah	
8	Mayyri Zahra Sureswati	
9	Intan Farnyga	
10	Aulia Putri Jannah	
11	Annisa Dega P	
12	Anita Eka Awardo	
13	Deasy Nersawah	
14	Anisa Tri Astuti	
15	Fina Alfaresa	
16	Gita Arum Setyowening	
17	Diano Ayuningrih	
18	Nur Fajrati T. C	
18	Eni Nur C	
19	Rahma Indah	
20	Nadya Prastica P	
21	Muh. Rizsyza F. A	
22	Imam Murtanto	
23	Nadia Ayu S.	
24	Miranda Eka Putri	
25	Dimas Satya D	

26	✓ Fajar Al Nayim	
27	✓ Enggal Manita	
28	✓ Affah Putri N	
29	✓ Septianur sugeng T	
30	✓ Yasmim Nafi'ah	
31		
32		

INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

USABILITY

**PENGEMBANGAN APLIKASI TEKNIK PERGERAKAN KAMERA
SINEMATOGRAFI BERBASIS 3D AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN TEKNIK PENGAMBILAN GAMBAR BERGERAK UNTUK
KELAS XI MULTIMEDIA DI SMK N 7 YOGYAKARTA**

Nama : Jessica Elfiani
Kelas : XI MM
No. Presensi : 18

Petunjuk Pengisian:

Berilah tanda centang (✓) pada pilihan Berhasil atau Gagal yang disediakan pada tabel hasil keluaran sesuai dengan pengujian aplikasi teknik pergerakan kamera sinematografi berbasis 3D *augmented reality* sebagai media pembelajaran teknik pengambilan gambar bergerak untuk kelas XI Multimedia di SMK N 7 Yogyakarta.

Kategori Pilihan.

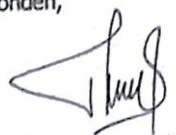
- SS** jika Sangat Setuju
S jika Setuju
KS jika Kurang Setuju
TS jika Tidak Setuju

No.	Indikator	Pertanyaan	SS	S	KS	TS
1.	Usefulness (kegunaan)	Media pembelajaran ini membantu saya menjadi lebih efektif.		✓		
2.		Media pembelajaran ini membantu saya menjadi lebih produktif.		✓		
3.		Media pembelajaran ini berguna.	✓			

4.		Media pembelajaran ini memberikan saya <i>control</i> lebih besar terhadap kegiatan dalam hidup saya.		✓			
5.		Media pembelajaran ini membuat hal-hal yang ingin saya capai lebih mudah untuk dilakukan.		✓			
6.		Media pembelajaran ini menghemat waktu saya ketika menggunakannya.		✓			
7.		Media pembelajaran ini memenuhi kebutuhan saya.		✓			
8.		Media pembelajaran ini melakukan apapun yang saya harapkan.		✓			
9.	Ease of use (mudah dalam penggunaan)	Media pembelajaran ini mudah digunakan.	✓				
10.		Media pembelajaran ini sederhana untuk digunakan.	✓				
11.		Media pembelajaran ini <i>user friendly</i> .		✓			
12.		Langkah-langkah pengoperasian media pembelajaran ini tidak rumit.	✓				
13.		Media pembelajaran ini fleksibel.	✓				
14.		Menggunakan media pembelajaran ini mudah.	✓				
15.		Saya dapat menggunakannya tanpa Interuksi tertulis.	✓				
16.		Saya tidak menemukan ketidakonsistenan dalam media pembelajaran ini.		✓			
17.		Pengguna tinggi (guru) dan biasa (siswa) akan menyukai media pembelajaran ini.		✓			
18.		Saya dapat mengatasi kesalahan dengan cepat dan mudah.	✓				
19.		Saya dapat menggunakannya dengan lancar setiap saat.	✓				
20.	Ease of learning (mudah untuk dipelajari)	Saya dapat belajar menggunakannya dengan cepat.	✓				
21.		Saya mudah mengingat bagaimana menggunakannya.	✓				
22.		Media pembelajaran ini mudah dipelajari dalam penggunaannya.	✓				

23.		Saya dapat cepat dapat terampil dengan media pembelajaran ini.		✓		
24.	Satisfaction (kepuasan)	Saya puas dengan media pembelajaran ini.	✓			
25.		Saya akan merekomendasikan media pembelajaran ini kepada rekan.	✓			
26.		Media pembelajaran ini menyenangkan.	✓			
27.		Media pembelajaran ini sesuai dengan harapan saya.		✓		
28.		Media pembelajaran ini luar biasa.		✓		
29.		Saya merasa harus memiliki/ menggunakannya.		✓		
30.		Media pembelajaran ini nyaman untuk digunakan.	✓			

Yogyakarta, 4 Mei 2018
Responden,

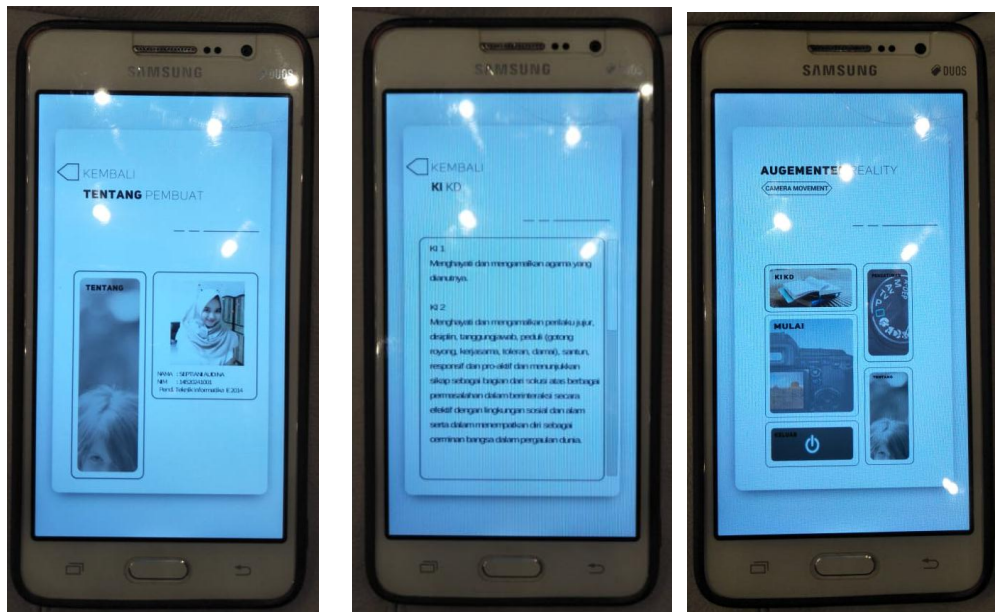

(Jessica Elgiani)

Lampiran 16. Hasil Pengujian Usability oleh Siswa

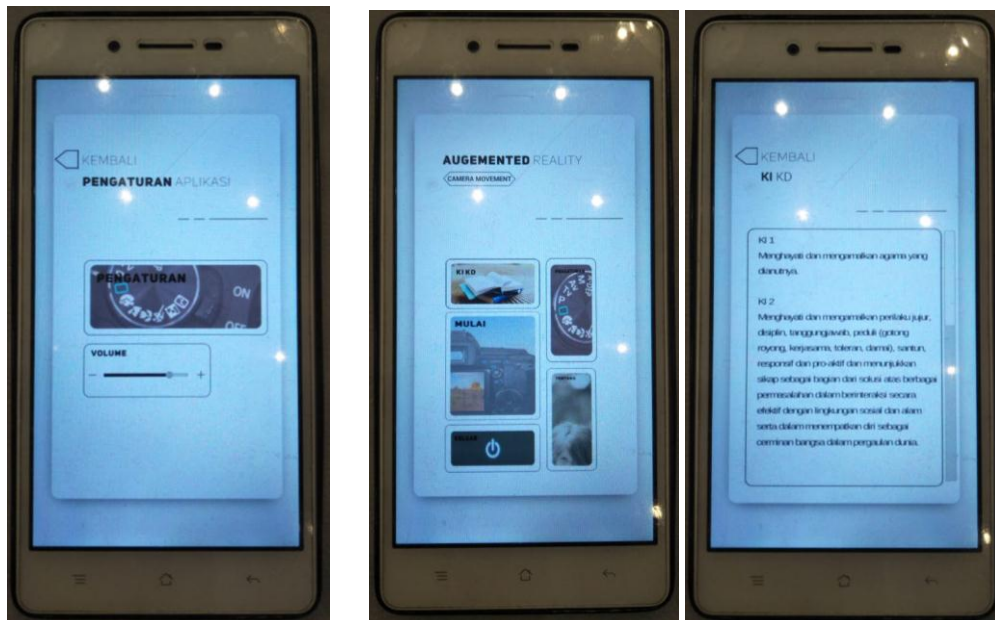
USE Questionnaire																														Total	Skor Max	
No. Responden	Usefulness								Ease of USE										Ease of Learning				Satisfaction									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			30
1	4	4	4	4	3	4	4	2	3	3	4	4	4	3	2	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	98	120
2	4	4	4	4	3	4	4	2	3	3	4	4	4	3	2	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	98	120
3	3	3	3	2	3	3	2	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	95	120
4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	2	3	2	3	3	4	96	120
5	4	4	4	4	3	4	4	2	3	3	4	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	92	120
6	3	3	3	2	2	4	1	1	4	4	3	3	3	3	4	2	3	3	2	2	3	4	3	3	4	2	3	2	2	3	84	120
7	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	117	120
8	4	4	4	3	3	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	100	120
9	4	3	4	2	3	3	2	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	92	120
10	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	83	120
11	3	3	4	2	3	4	3	2	4	4	4	4	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	4	3	3	3	3	2	4	91	120
12	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	105	120
13	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	104	120
14	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	105	120
15	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	103	120
16	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	101	120
17	3	3	3	2	3	3	3	2	3	4	3	3	3	4	4	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	89	120
18	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	102	120
19	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	106	120
20	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	106	120
21	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	2	3	96	120

22	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	105	120	
23	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	99	120
24	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	106	120
25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	96	120
26	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	4	99	120	
27	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	109	120
28	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	112	120
29	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	92	120	
30	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	98	120	
31	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	117	120	
JUMLAH																											3096	3720				

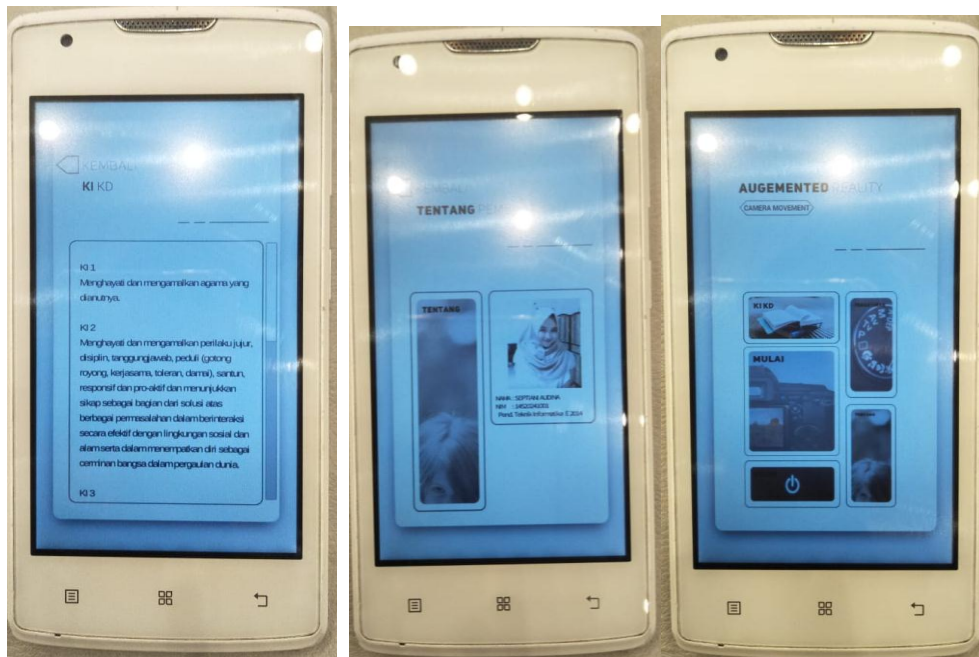
1. Samsung Grand prime



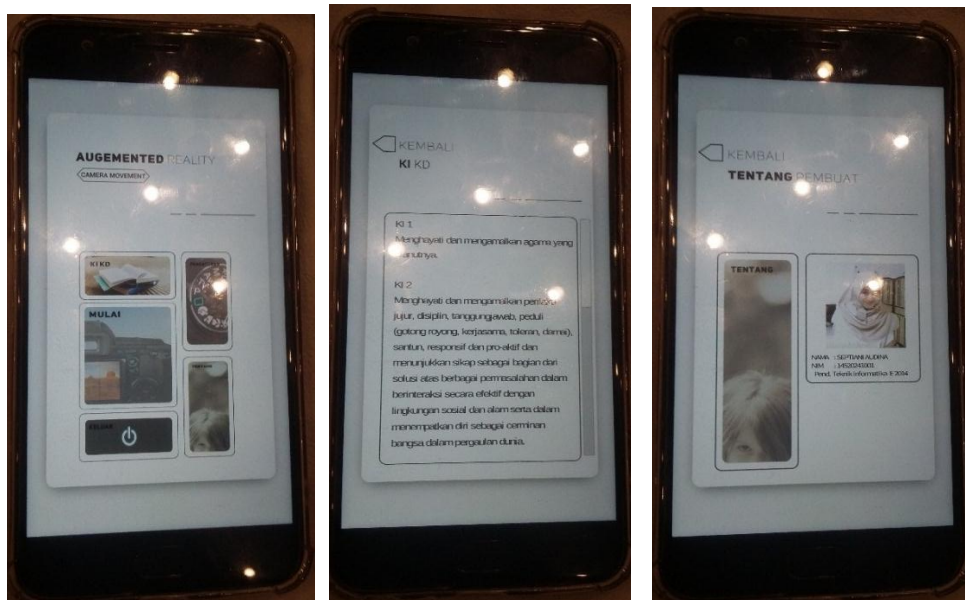
2. OPPO Neo7



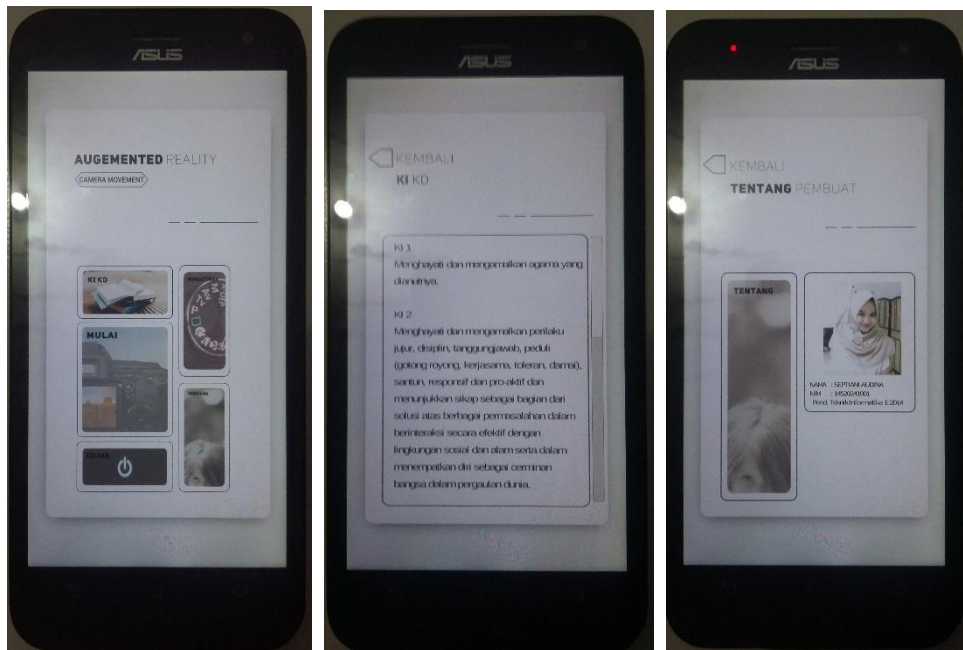
3. Lenovo 1000m



4. OPPO A57



5. ASUS Zenfone Laser 2



Lampiran 18. Dokumentasi Penelitian pada saat pengambilan data



